P.1497

INRA

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

STATION D'AMÉLIORATION DES PLANTES
BIBLIOTHÈQUE
CLERMONT FERRAND

18

BULLETIN TECHNIQUE n° 5

(TRIMESTRIEL)

SEPTEMBRE 1971

BTT-5

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

CENTRE DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES ET VETERINAIRES DE THEIX

BULLETIN TECHNIQUE n°5

C.R.Z.V.
3-SAINT GENÈS CHAMPANELLE-
Tél. (73) 92-24-53

Editions S.E.I.
C.N.R.A. - VERSAILLES

SEPTEMBRE 1971

SOMMAIRE

PAGE

LE RATIONNEMENT DES VACHES LAITIERES AU DEBUT DE LA LACTATION
A. HODEN - M. JOURNET 5

ANALYSE PILAIRE ET EXPLORATION DES CARENCES ET DESEQUILIBRES MINERAUX
M. BROCHART 29

VALEUR NUTRITIVE DES LUZERNES DESHYDRATEES POUR LES MONOGASTRIQUES EN CROISSANCE : ETUDES EFFECTUEES CHEZ LE RAT
M. VERMOREL 33

CONDITIONS DE PRE-ABATTAGE ET CONSEQUENCES SUR LA QUALITE DE LA VIANDE D'AGNEAU
T. BRAZAL GARCIA - R. BOCCARD 39

EVOLUTION QUALITATIVE DU COLLAGENE MUSCULAIRE DE BOVIN EN FONCTION DE L'AGE DES ANIMAUX. CONSEQUENCES SUR LA TENDRETE DE LA VIANDE
J. KOPP 47

ROLE DE LA CALCITONINE DANS LA REGULATION DU METABOLISME PHOSPHOCALCIQUE DES RUMINANTS. CAS PARTICULIER : LE SYNDROME VITULAIRE DE LA VACHE LAITIERE (résumé de thèse)
J.P. BARLET 57

REUNION DU GROUPE AMIDON 59

SOMMAIRE DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A. 61

LE RATIONNEMENT DES VACHES LAITIERES AU DEBUT DE LA LACTATION

A. HODEN, M. JOURNET

Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants

Ψ Ψ Ψ

La période de un mois avant à deux mois après le vêlage est celle où il importe le plus de bien alimenter la vache laitière. D'une alimentation plus ou moins bonne résultera un démarrage plus ou moins correct de la production laitière qui conditionnera en partie la réussite de la lactation entière. Or le rationnement des vaches laitières à cette époque, et plus particulièrement dans les premières semaines qui suivent le vêlage, pose des problèmes en raison des évolutions divergentes des besoins et de la capacité d'ingestion des animaux. C'est ce que nous examinerons tout d'abord avant d'analyser différentes méthodes de rationnement au début de la lactation.

I - LES PROBLEMES D'ALIMENTATION AU DEBUT DE LA LACTATION

Les difficultés de bien alimenter une vache laitière au cours du premier mois de la lactation ont deux causes principales :

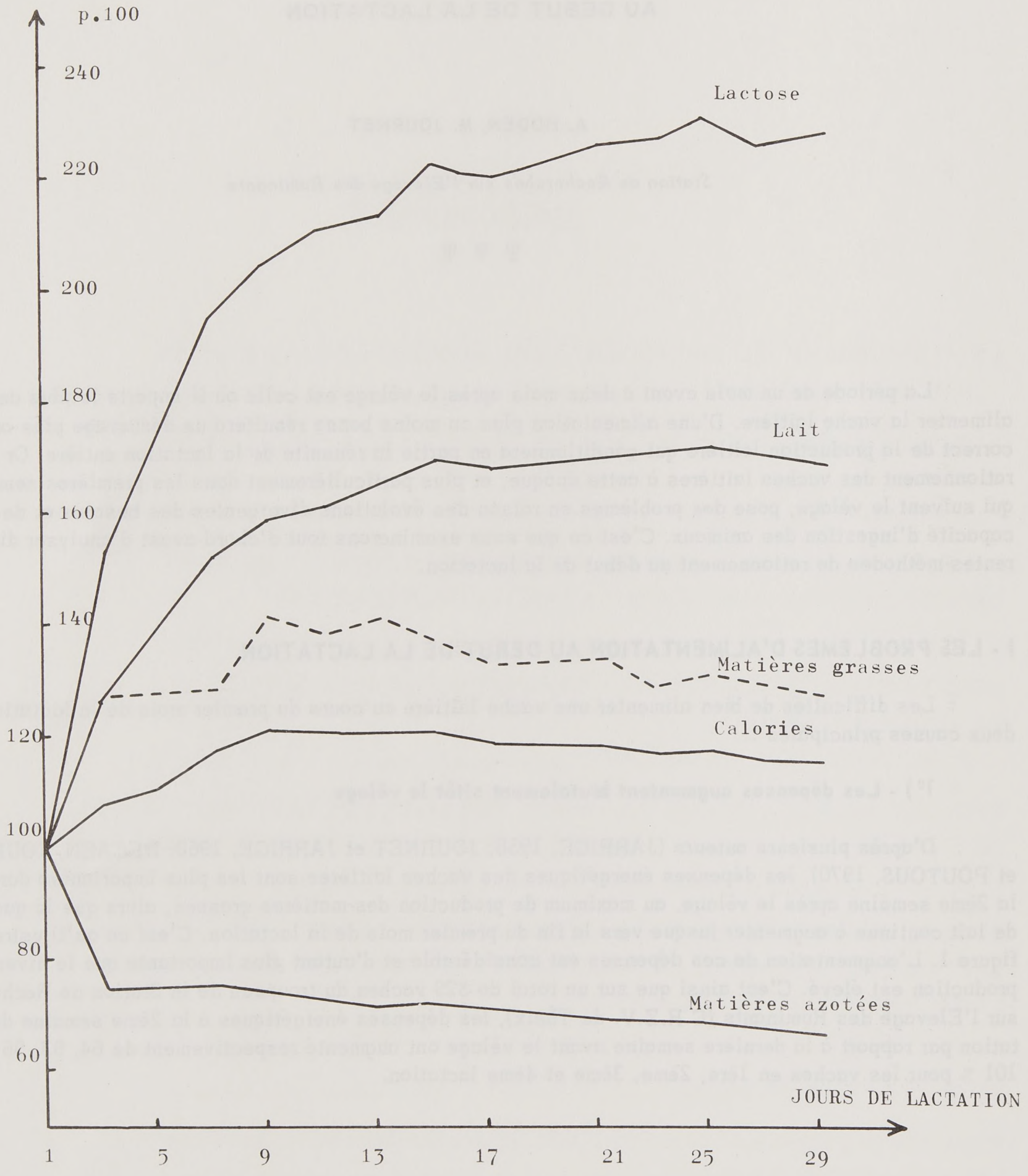
1°) - Les dépenses augmentent brutalement sitôt le vêlage

D'après plusieurs auteurs (JARRIGE, 1958; JOURNET et JARRIGE, 1960; DECAEN, JOURNET et POUTOUS, 1970), les dépenses énergétiques des vaches laitières sont les plus importantes durant la 2ème semaine après le vêlage, au maximum de production des matières grasses, alors que la quantité de lait continue à augmenter jusque vers la fin du premier mois de la lactation. C'est ce qu'illustre la figure 1. L'augmentation de ces dépenses est considérable et d'autant plus importante que le niveau de production est élevé. C'est ainsi que sur un total de 329 vaches du troupeau de la Station de Recherches sur l'Elevage des Ruminants (C.R.Z.V. de Theix), les dépenses énergétiques à la 2ème semaine de lactation par rapport à la dernière semaine avant le vêlage ont augmenté respectivement de 64, 93, 96 et 101 % pour les vaches en 1ère, 2ème, 3ème et 4ème lactation.

voir figure 1 page suivante .../...

FIGURE 1

EVOLUTION AU DEBUT DE LA LACTATION
DES QUANTITES SECRETEES DES COMPOSANTS DU LAIT
(d'après M. JOURNET et R. JARRIGE, 1960. Ann. Zootech. 9, 133)



2°) - La capacité d'ingestion n'augmente que très lentement

Les quantités ingérées par la vache laitière diminuent au cours des dernières semaines de gestation puis n'augmentent que très lentement après le vêlage pour être maximum vers les 4ème - 5ème mois de la lactation. C'est ainsi que dans une étude sur le troupeau de la Station recevant du foin et de l'ensilage à volonté, 20 kg de betteraves danoises et de l'aliment concentré, nous avons observé les variations suivantes :

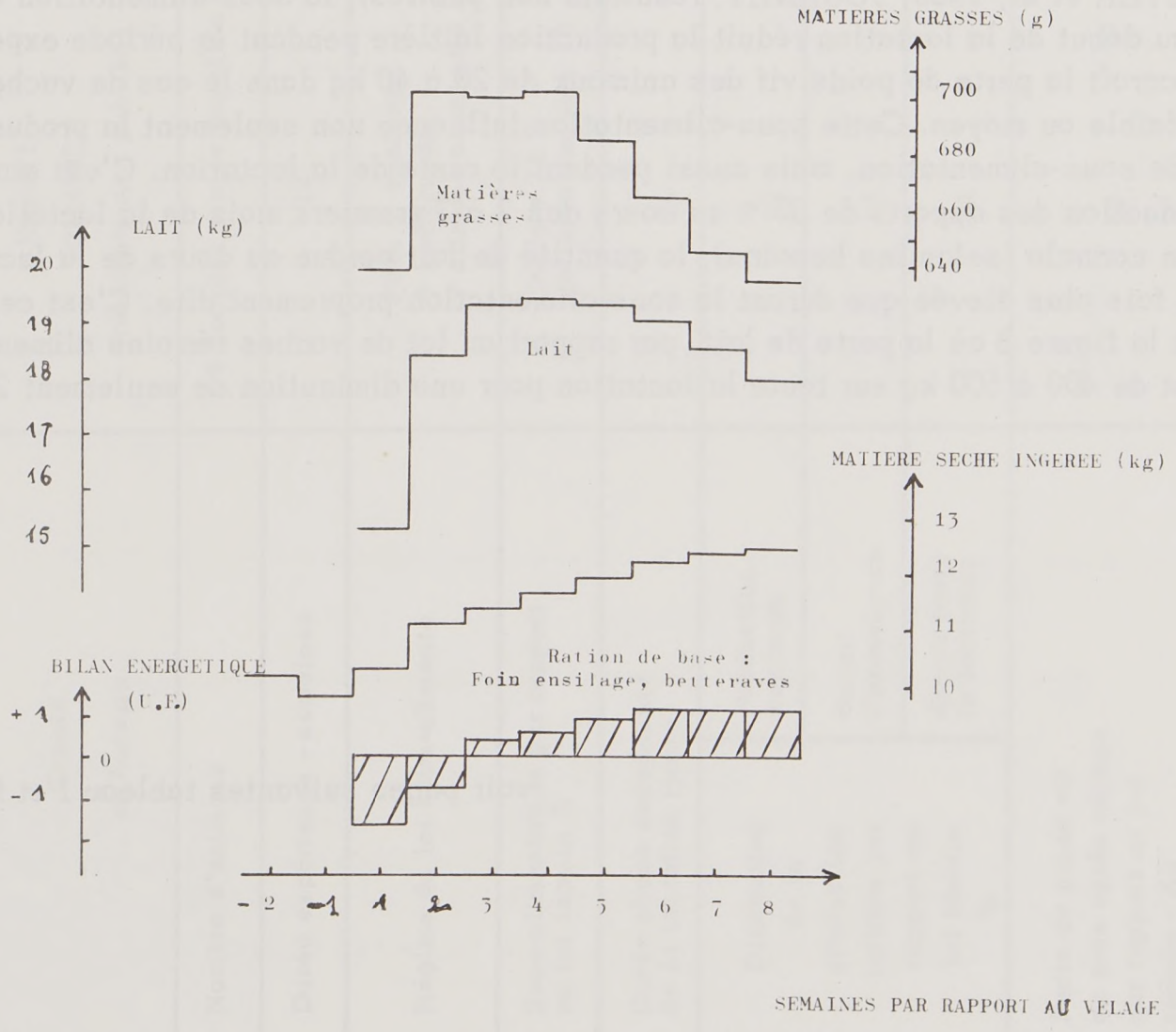
- une diminution au cours des 6 dernières semaines de gestation (moyenne de 56 vaches) de 19 % pour la ration de base (10,6 à 8,6 kg de M.S.) et de 11 % pour la ration totale (11,8 à 10,5 kg de M.S.), les animaux recevant 2 kg d'aliment concentré par jour durant le dernier mois avant le vêlage.

- une augmentation entre la dernière semaine de gestation et la 8ème semaine de la lactation (moyenne de 215 vaches) de 28 % pour la ration de base (9,8 à 12,5 kg de M.S.) et de 42 % pour la ration totale (11,1 à 15,8 kg de M.S.).

C'est ce qu'illustre la figure 2.

FIGURE 2
EVOLUTION DIVERGENTE DE L'APPETIT ET DES BESOINS
AU DEBUT DE LA LACTATION

Illustration à partir des données enregistrées sur 215 vaches



De même d'autres auteurs (GRAVES et al., 1938; DONKER et al, 1968; RONNING et al, 1966; APGAR et al, 1966) avec des rations composées de foin seul ou de foin + aliment concentré distribué en petite quantité (10 % de la ration totale) ont observé des augmentations variant de 19 à 39 % des quantités ingérées de foin (11,8 à 15,2 kg de M.S. en moyenne) entre la première semaine de la lactation et la semaine maximum (16ème semaine en moyenne). Avec de l'herbe comme seul aliment de la ration, HUTTON (1963) a observé une augmentation de 40 % (8,5 à 11,9 kg de M.S.) au cours des 6 premières semaines de la lactation.

Si on voulait couvrir les besoins des vaches, compte tenu de leur capacité d'ingestion, il faudrait faire passer la concentration énergétique de la ration d'environ 0,50 unité fourragère (U.F.) par kg de M.S. avant leur vêlage à 0,80 U.F. avant la fin de la 2ème semaine de la lactation (pour une production maximale de 20 kg de lait). Ceci correspondrait à une ration contenant de 50 à 60 % d'aliments concentrés, proportion qu'il n'est pas possible d'atteindre brutalement si on veut éviter les accidents digestifs et avoir la meilleure efficacité d'utilisation des aliments.

En conséquence, la sous-alimentation énergétique au début de la lactation est souvent inévitable (cf. figure 2) mais essayons de voir quelles en sont les conséquences.

II - INFLUENCE DE LA SOUS-ALIMENTATION AU DEBUT DE LA LACTATION

1°) - Effets sur la production laitière et le poids vif

D'après les résultats concordants de nombreux auteurs (FLUX et PATCHELL, 1955; PATCHELL, 1957; BROSTER et al, 1969; JOURNET, résultats non publiés), la sous-alimentation énergétique de 20 à 40 % au début de la lactation réduit la production laitière pendant la période expérimentale de 12 à 20 % et accroît la perte de poids vif des animaux de 20 à 40 kg dans le cas de vaches à niveau de production faible ou moyen. Cette sous-alimentation influence non seulement la production laitière durant la période de sous-alimentation, mais aussi pendant le reste de la lactation. C'est ainsi qu'en moyenne pour une réduction des apports de 30 % au cours des 2 à 3 premiers mois de la lactation, suivie d'une alimentation normale (selon les besoins), la quantité de lait perdue au cours de la lactation entière est d'environ 2 fois plus élevée que durant la sous-alimentation proprement dite. C'est ce qu'illustrent le tableau I et la figure 3 où la perte de lait, par rapport au lot de vaches témoins alimentées selon leurs besoins, est de 400 à 500 kg sur toute la lactation pour une diminution de seulement 200 kg durant l'expérience.

voir pages suivantes tableau I et figure 3

TABLEAU I

EFFETS D'UNE SOUS-ALIMENTATION AU DEBUT DE LA LACTATION

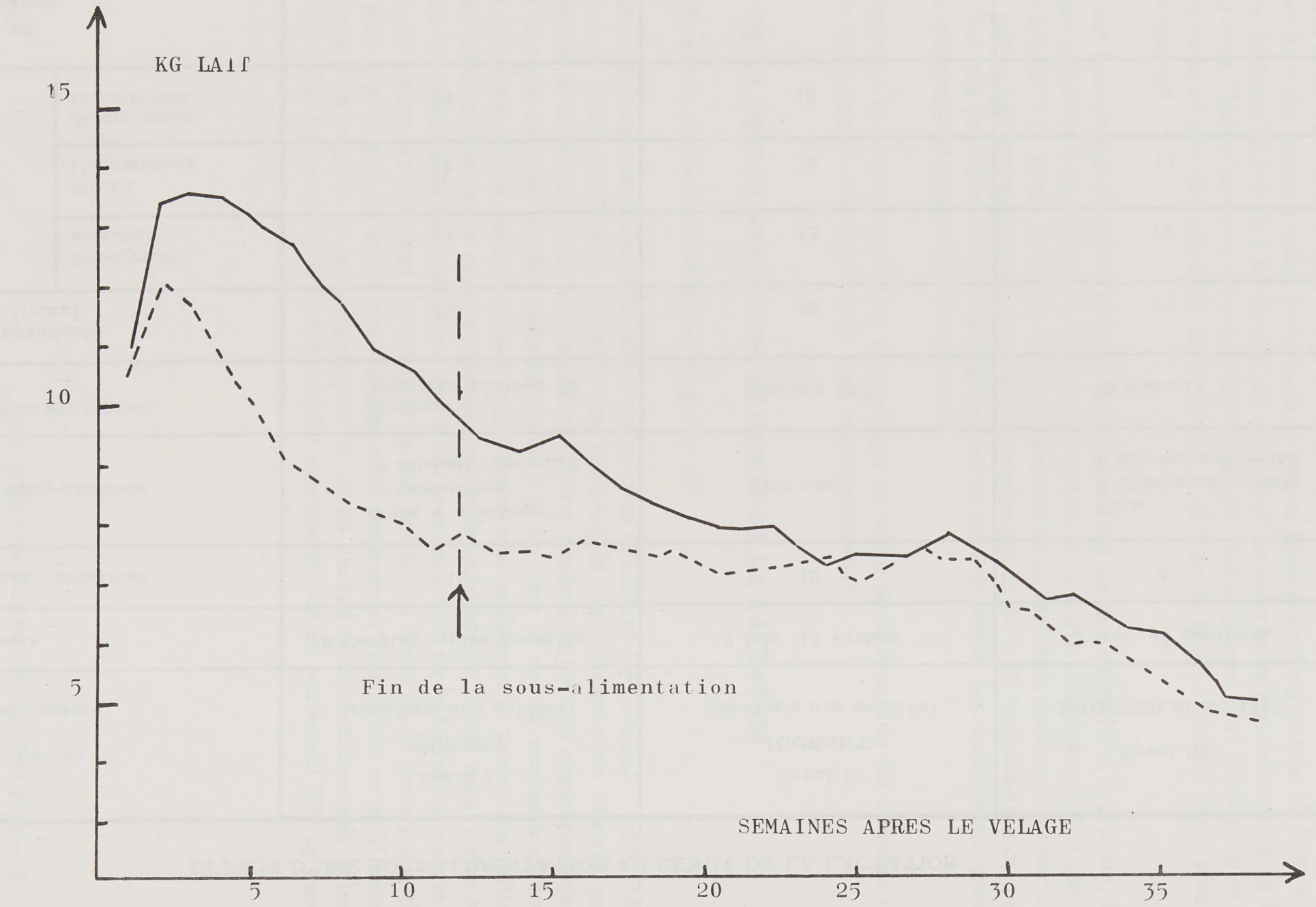
Essais et Auteurs		Essai I JOURNET (résultats non publiés)	Essai II JOURNET (résultats non publiés)	Essai III BROSTER et al. 1969
Nombre d'animaux		6 couples vraies jumelles	2 lots 13 vaches	2 lots 40 génisses
Durée expérience - semaines		12	10	9
Régime du lot sous-alimenté		Foin + ensilage + betteraves + aliment concentré	Foin seul	Foin + drèches brasserie + aliment concentré
Sous-alimentation par rapport au lot témoin %		Energie 33 % Matières azotées 23	Energie 43 %	Energie 16 %
Durée phase ascendante de la lactation (jours)		15	10	20
Diminution de la production laitière par rapport au lot témoin %	Production maximum	13	13	14
	durant l'expérience	19	18	13
	durant toute la lactation	14	16	9
Perte de poids vif en plus après vêlage par rapport au lot témoin - Kg		19	40	24
Kg lait/U.F. supplémentaire - durant l'expérience		0,76	0,51	0,83
- durant toute la lactation		1,58	1,29	3,30

FIGURE 3

INFLUENCE DU NIVEAU D'ALIMENTATION SUR L'EVOLUTION
DE LA PRODUCTION DE LAIT AU COURS DE LA LACTATION

Station de Recherches sur l'Elevage des ruminants

(6 couples de vraies jumelles)



Alimentation normale _ _ _ _ _ _ _ _ Sous-alimentation - (1/ 3 énergie, 1/ 3 azote) (12 semaines)

2°) - Efficacité alimentaire de l'aliment concentré

L'efficacité d'utilisation des aliments distribués en plus aux animaux bien alimentés par rapport aux sous-alimentés (quantité de lait 4 %/U.F. distribuée en plus) se situe en moyenne à 0,65 kg (0,50 à 0,80) au cours des 2 à 3 premiers mois de la lactation mais atteint 2,0 kg (1,3 à 3,5) au cours de la lactation entière en raison des effets à long terme de la sous-alimentation.

Par ailleurs, l'efficacité d'utilisation des aliments concentrés est plus élevée au début de la lactation. C'est ainsi que BROSTER et al (1969), en distribuant une même quantité supplémentaire d'aliment concentré (7,2 kg contre 4,5 kg par jour) à 36 primipares de race Frisonne au cours de 9 semaines soit au tout début de la lactation (4ème au 67ème jours) soit à partir du 3ème mois après le vêlage (68ème au 131ème jours) ont obtenu les résultats suivants (tableau 2) :

TABLEAU II

	9 premières semaines de la lactation		10e à 18e semaines de la lactation	
Quantité d'aliment concentré distribuée (kg)	284	455	284	455
Quantité de lait produite (kg)	1076	1237	996	1137
Variation de poids vif (kg)	- 41	- 14	- 1,8	+ 16
Quantité de lait produite en plus par kg de concentré supplémentaire (kg)	0,94		0,82	

Ainsi, dans cette expérience, la quantité de lait produite en plus par kg d'aliment concentré supplémentaire a été d'environ 15 % supérieure pour la complémentation au tout début de la lactation par rapport à la distribution aux 3ème-4ème mois de la lactation. De plus, par rapport aux lots de vaches témoins, cette complémentation sitôt le vêlage a eu un effet à long terme sur la production laitière (+ 533 kg de lait sur toute la lactation) alors qu'elle n'en a eu aucun (+ 69 kg) pour la distribution plus tardive.

3°) - Forme de la courbe de la lactation

La courbe de production laitière d'une vache sous alimentée se caractérise de la manière suivante, par rapport à une évolution normale :

- la quantité de lait produite par les vaches sous alimentées commence à «décrocher» aux environs des 5ème-6ème jours de la lactation comme l'illustre la figure 4;

- la durée de la phase ascendante de la production laitière est plus courte puisqu'elle prend fin au début de la 3ème semaine ou même parfois durant la 2ème semaine de la lactation au lieu de se poursuivre jusque vers la fin du 1er mois après le vêlage. C'est ce qu'illustrent le tableau I et les figures 3 et 4;

- la production de lait maximum est inférieure (1 à 3 kg pour les essais du tableau I) et cela d'autant plus que la sous-alimentation est importante (16 à 43 %). Passé ce maximum, la quantité de lait produite diminue plus rapidement : en moyenne pour les mêmes essais de 12 % par mois au lieu de 9 %.

Ces caractéristiques sont importantes à connaître car elles permettent au praticien, à la seule vue de la courbe de lactation, de distinguer rapidement les vaches sous alimentées des autres.

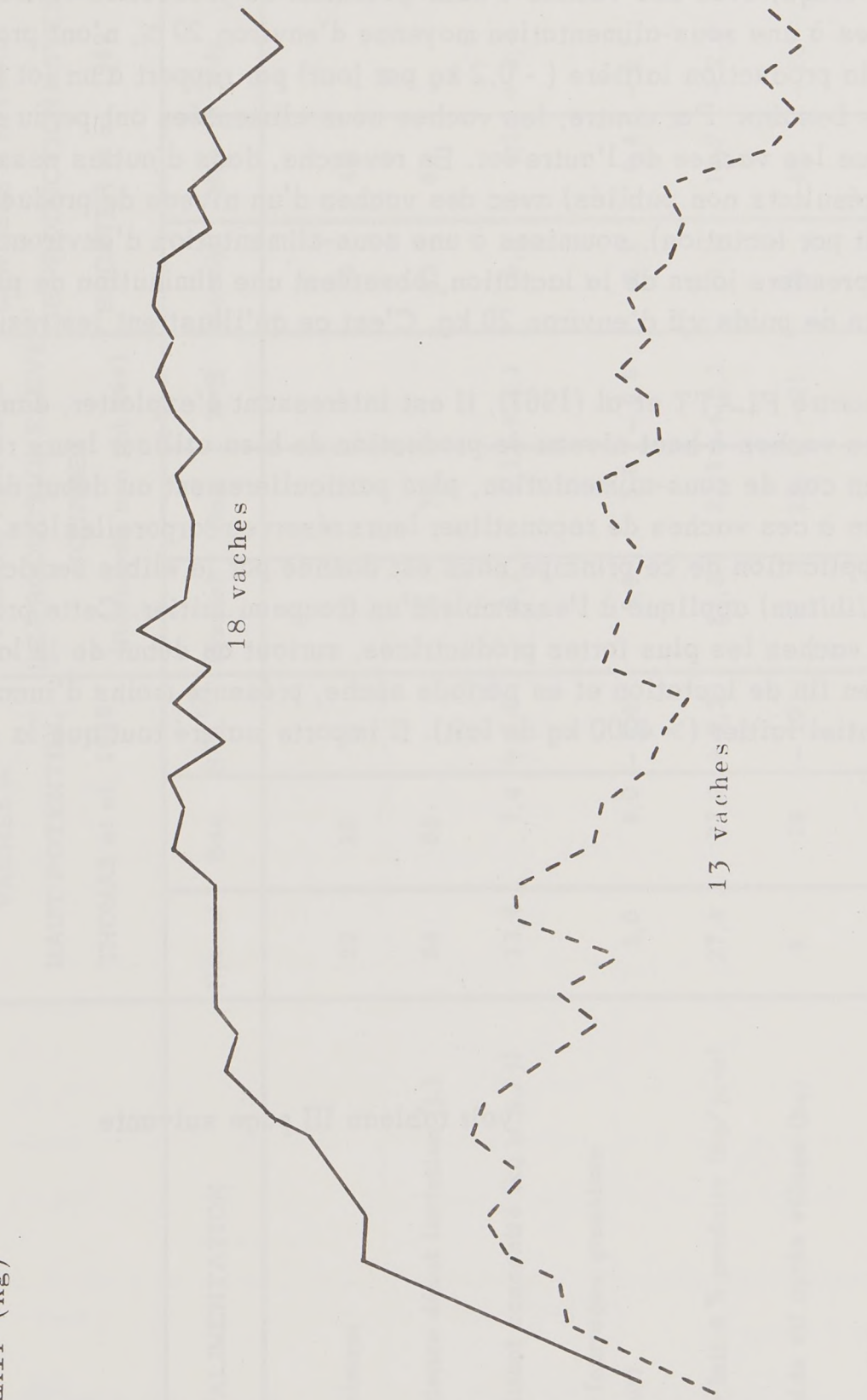
voir figure 4 page suivante

.../...

FIGURE 4

INFLUENCE D'UNE SOUS-ALIMENTATION ENERGETIQUE SUR LA PRODUCTION DE LAIT AU DEBUT DE LA LACTATION

Station de Recherches sur l'Elevage des ruminants



4°) - Influence du potentiel de production des vaches laitières

La sous-alimentation au début de la lactation a des effets différents sur la production laitière suivant le niveau de production des animaux. Des expériences effectuées par différents auteurs (THOMAS et al, 1969; BROSTER et al, 1969; JOURNET, résultats non publiés), il ressort que les vaches à haut niveau de production, en cas de sous-alimentation au début de la lactation, utilisent mieux leurs réserves corporelles pour produire du lait que les vaches d'un niveau de production plus faible. C'est ainsi que THOMAS et al (1969) sur les 84 premiers jours de la lactation et JOURNET (résultats non publiés) durant les 35 jours après le vêlage, avec des vaches à haut potentiel de production laitière (5000 à 6000 kg par lactation), soumises à une sous-alimentation moyenne d'environ 20 %, n'ont pratiquement observé aucune diminution de la production laitière (- 0,2 kg par jour) par rapport à un lot témoin de vaches alimentées selon leurs besoins. Par contre, les vaches sous alimentées ont perdu en moyenne 15 kg de poids vif de plus que les vaches de l'autre lot. En revanche, dans d'autres essais, BROSTER et al (1969) et JOURNET (résultats non publiés) avec des vaches d'un niveau de production plus faible (3000 à 4000 kg de lait par lactation), soumises à une sous-alimentation d'environ 25 % durant respectivement les 63 et 84 premiers jours de la lactation, observent une diminution de plus de 2 kg de lait par jour malgré la perte de poids vif d'environ 20 kg. C'est ce qu'illustrent les résultats du tableau III.

Comme l'ont montré FLATT et al (1967), il est intéressant d'exploiter, dans une certaine limite, cette faculté qu'ont les vaches à haut niveau de production de bien utiliser leurs réserves corporelles pour produire du lait en cas de sous-alimentation, plus particulièrement au début de la lactation. Mais encore faut-il permettre à ces vaches de reconstituer leurs réserves corporelles lors de la lactation précédente. Une bonne application de ce principe nous est donnée par le «libre service» d'ensilage de maïs (ou la distribution *ad libitum*) appliqué à l'ensemble d'un troupeau laitier. Cette pratique qui a pour effet de sous alimenter les vaches les plus fortes productrices, surtout au début de la lactation, et de suralimenter les animaux en fin de lactation et en période sèche, présente moins d'inconvénients avec des troupeaux à haut potentiel laitier (> 4000 kg de lait). Il importe malgré tout que la sous-alimentation ne soit pas excessive.

voir tableau III page suivante

TABLEAU III

REPONSE A UNE QUANTITE SUPPLEMENTAIRE D'ALIMENT CONCENTRE

AU DEBUT DE LA LACTATION SUIVANT LE NIVEAU DE PRODUCTION.

	VACHES A HAUT POTENTIEL THOMAS et al, 1969			VACHES A NIVEAU DE PRODUCTION ELEVE JOURNET (Résultats non publiés)			GENISSES A NIVEAU DE PRODUCTION MOYEN BROSTER et al, 1969			JUMELLES A BAS NIVEAU DE PRODUCTION - JOURNET (Résultats non publiés)		
NIVEAU D'ALIMENTATION	Normal	Bas	N-B (3)	Normal	Bas	N-B	Normal	Bas	N-B	Normal	Bas	N-B
Nombre d'animaux	20	20		9	9		39	41		6	6	
Durée expérience début lactation (j.)	84	84		35	35		63	63		84	84	
Quantité aliment concentré (kg M.S./j)	13,4	7,4	+ 6,0	8,2	6,1	+ 2,1	6,5	4,1	+ 2,4	5,3 (1)	2,5 (1)	+ 2,8
Quantité de fourrages grossiers (kg M.S./jour)	5,0	8,0	- 3,0	5,0	5,6	- 0,6	6,3	6,4	- 0,1	7,2	6,7 (2)	+ 0,5
Quantité de lait 4 % produite (kg/jour)	27,4	27,2	+ 0,2	22,5	22,3	+ 0,2	19,1	16,7	+ 2,4	11,3	9,1	+ 2,2
Perte de poids vif après vêlage (kg)	9	19	- 10	7	28	- 21	16	40	- 24	16	35	- 19
Niveau énergétique par rapport aux besoins (%)	103	84		102	80		103	87		100	75	

(1) Y compris les betteraves.

(2) Fourrages offerts en quantités limitées.

(3) N - B = Normal - Bas.

III - LES METHODES DE RATIONNEMENT AU DEBUT DE LA LACTATION

Il existe deux moyens pour limiter la sous-alimentation au début de la lactation :

1°) Augmenter la concentration énergétique de la ration sitôt le vêlage, soit en utilisant des fourrages d'excellente qualité, soit en augmentant rapidement la quantité offerte d'aliment concentré (ou les deux à la fois);

2°) Introduire des aliments concentrés dans le régime quelques semaines avant le vêlage dans le but d'accroître les réserves corporelles de l'animal et de préparer la vache à recevoir des quantités importantes d'aliment concentré après le vêlage.

A - Intérêt de la préparation au vêlage

Les résultats obtenus par différents auteurs (SCHMIDT et SCHULTZ, 1959; SWANSON et HINTON, 1962; BROSTER et al, 1958; revue de BURT, 1956; EMERY et al, 1969; HODEN et JOURNET, 1969) sont très variables comme le montre le tableau IV.

TABLEAU IV

INFLUENCE DE LA QUANTITE D'ALIMENT CONCENTRE DISTRIBUEE AVANT LE VELAGE SUR LA PRODUCTION LAITIERE

AUTEURS ET ANNEE	Quantité d'aliment concentré distribuée avant le vêlage (kg)	Quantité de lait supplémentaire obtenue par rapport au lot témoin kg lait/kg d'aliment concentré distribué		Nature ou niveau énergétique (U.F.) de la ration de base
		Sur une période courte après vêlage	Sur la lactation entière	
SWANSON et HINTON, 1962	139	0,8 (15 semaines)	1,1 (30 semaines)	Fourrage grossier seul
SCHMIDT et SCHULTZ, 1959	134 187	0,07 0,04 — 12 semaines	0,35 0,30	7 U.F.
BROSTER et al, 1958	75	1,7 (12 semaines)	4,1	4 U.F.
Revue de BURT, 1956. Travaux de :				
WOODWARD, 1933	500		0,5	
BLAXTER, 1944	150		1,4	
HANCOCK, 1953	121		0,9	
HODEN et JOURNET, 1969	69 79 79	1,5 0,4 0 — 9 semaines		$< 6,5$ U.F. $6,5 \leqslant$ U.F. $\leqslant 8$ > 8 U.F.

Les quantités de lait supplémentaires obtenues par kg de concentré distribué en plus avant le vêlage ont en effet varié de 0 à 1,7 kg si on considère les effets à court terme (2 à 3 premiers mois de la lactation) et de 0 à 4,1 kg si on mesure les résultats sur toute la lactation.

Les facteurs dont dépend l'efficacité de la préparation au vêlage sont nombreux mais les plus importants semblent être le numéro de la lactation et le niveau énergétique de la ration de base.

Avec des animaux à haut potentiel de production (20 kg en 1ère lactation - 30 kg pour les vaches adultes) et une distribution à volonté d'aliment concentré durant les 3 dernières semaines de la gestation, EMERY et al (1969) ont obtenu de meilleurs résultats avec des primipares qu'avec des vaches. Pour une distribution supplémentaire d'aliment concentré avant le vêlage de 160 kg pour les primipares et 220 kg pour les vaches, la quantité de lait produite en plus a été respectivement de 54 kg (+ 6 %)et 36 kg (+ 2,5 %) au cours des 45 premiers jours de la lactation par rapport aux lots témoins.

L'influence du niveau énergétique de la ration de base a pu être mesurée grâce à une expérimentation (HODEN et JOURNET, 1969) effectuée en collaboration avec l'Union Nationale des Maisons d'Elevage sur un total de 95 couples de vaches appariées. Dans cette expérimentation, la quantité d'aliments concentrés distribuée durant le dernier mois de la gestation a été en moyenne de 74 kg, les niveaux énergétiques de la ration de base ont varié de 4,0 à 10,8 U.F. et la production maximum hebdomadaire des vaches a été en moyenne de 21,8 kg de lait. La quantité de lait produite en plus par les vaches supplémentées avant le vêlage a été très liée au niveau énergétique de la ration de base ($r = - 0,91^{xx}$). La quantité totale de lait obtenue en plus au cours des 9 premières semaines de la lactation a augmenté d'environ 40 kg lorsque le niveau énergétique de la ration de base diminuait de 1 U.F.; la réponse a été nulle lorsque le niveau de la ration de base dépassait 8 U.F. Ainsi, d'après cet essai il semble que lorsque le niveau énergétique de la ration de base est relativement faible (5 à 6 U.F.) et que la production laitière maximum des vaches dépasse 20 kg, les aliments concentrés distribués avant le vêlage ont une efficacité assez bonne (1,3 à 1,5 kg de lait par U.F. lorsque les effets sont mesurés à long terme). Cette réponse est même supérieure à celle obtenue lorsque l'on fait varier les apports d'aliments concentrés aux environs des normes au cours de la lactation. Il n'a pas été possible de mesurer dans cette expérimentation l'influence du niveau de production laitière des vaches sur l'efficacité d'utilisation des aliments concentrés distribués avant le vêlage car la quantité d'aliment concentré distribuée avant le vêlage a justement été plus élevée pour les vaches fortes productrices.

La préparation au vêlage ayant pour but d'habituer la vache à consommer des aliments concentrés, tout autant que de reconstituer les réserves corporelles de l'animal, il n'est pas nécessaire, quand la ration de base est suffisante, de distribuer des aliments concentrés plus de 3 semaines avant le vêlage. Mais il est souhaitable, dans la mesure du possible, d'augmenter progressivement les quantités offertes pendant ces 3 semaines.

B. **Etude de différentes méthodes de rationnement au début de la lactation**

Nous avons étudié deux méthodes de distribution d'aliments concentrés de 4 semaines avant à 5 semaines après le vêlage durant les hivers de 1964 à 1967.

- Dans une première méthode (A), nous avons essayé de nous rapprocher le plus possible des conditions observées dans les troupeaux laitiers bien alimentés. De l'aliment concentré a donc été distribué durant le dernier mois de la gestation et les quantités offertes ont été augmentées après le vêlage de façon à couvrir les besoins des animaux à la fin du premier mois de la lactation.

- Dans une deuxième méthode (B), nous nous sommes au contraire efforcés d'éviter la sous-alimentation après le vêlage en distribuant des aliments concentrés d'une manière très libérale à partir du dernier mois de gestation. Le but était de savoir s'il est possible de réduire sinon de supprimer la sous-alimentation après le vêlage (et de limiter ainsi la mobilisation des réserves corporelles) et de voir alors ce que deviendrait l'évolution de la sécrétion lactée.

Quatre essais regroupant un total de 45 vaches laitières de race Frisonne Pie Noire pour la plupart (15 Normandes ou Montbéliardes) ont été réalisés dans le but de comparer les méthodes A et B. Les animaux étaient pour la majorité multipares (5 en 1ère lactation), leur niveau de production maximum était en moyenne de 23 kg de lait (de 15 à 35 kg) et leur poids vif de 615 kg après le vêlage.

La ration de base était constituée dans tous les essais de foin de luzerne et d'ensilage d'herbe non préfané offerts à volonté et de 10 à 20 kg de betteraves danoises. Ces aliments étaient de qualité constante sauf le foin dont la concentration énergétique a varié de 0,40 à 0,60 U.F. par kg de M.S. suivant les essais. Les aliments concentrés utilisés se composaient de céréales et de tourteaux (arachide) mélangés dans des proportions variables (25 à 60 % de tourteaux) de façon à couvrir à la fois les besoins énergétiques et azotés des animaux.

RESULTATS

Les résultats de ces 4 essais ont été regroupés dans le tableau V et la figure 5.

Essai 1 - **Vaches à très haut niveau de production recevant des fourrages d'excellente qualité**

L'essai 1 n'a porté que sur 5 couples de vaches laitières à très haut niveau de production (6 000 kg de lait par lactation) dont le potentiel laitier, mesuré aux 4ème - 5ème - 6ème jours de la lactation précédente, était identique pour les 2 lots (20,6 kg contre 20,5 kg de lait en moyenne par jour).

Les animaux du lot A ont reçu une quantité constante d'aliment concentré au cours des 4 dernières semaines de gestation et durant la première semaine de lactation (2 kg M.S. par jour). A partir de la 2ème semaine après le vêlage, les quantités offertes ont augmenté progressivement (1,5 kg M.S. par semaine) jusqu'à la fin du premier mois de la lactation. En revanche, les vaches du lot B ont reçu une quantité croissante (de 1,6 à 8,4 kg M.S. par jour) d'aliment concentré de 1 mois avant à 4 semaines après le vêlage. La quantité supplémentaire d'aliment concentré distribuée au lot B par rapport au lot A a été pour les 9 semaines d'expérience de 63 kg de matière sèche soit de 25 % supérieure. Les quantités de fourrage ingérées, exprimées en pourcentage du poids vif, ont été identiques (1,1 kg M.S.) dans les deux lots aussi bien avant qu'après le vêlage. L'aliment concentré ingéré en plus par les vaches du lot B n'a donc pas provoqué de diminution des consommations de fourrages. Ceux-ci, d'excellente qualité (foin à 0,60 U.F. par kg M.S.), ont représenté dans les deux lots, respectivement pour les périodes avant et après vêlage 60 et 42 % de la ration.

Les quantités ingérées de matière sèche totale ont été très élevées puisqu'à leur maximum (semaines + 4 pour le lot A et + 5 pour le lot B) elles ont atteint respectivement pour les lots A et B 2,95 et 3,05 kg de M.S. par 100 kg de poids vif.

Les vaches du lot B ont produit 88 kg (9,8 %) de lait brut soit 1,4 kg de lait par kg de concentré supplémentaire et 54 kg (5,9 %) de lait à 4 % de matières grasses (M.G.) de plus que les vaches du lot A, mais ces différences ne sont pas significatives. Les taux butyreux sont normaux pour les 2 lots

(> 40 g ‰) mais plus élevés pour le lot A (2 points), la différence n'étant cependant pas significative.

Par ailleurs les animaux du lot A ont perdu 18 kg de poids vif de plus au cours des 5 semaines de la lactation que ceux du lot B (32 kg contre 14 kg).

Le bilan énergétique a évolué différemment suivant les lots A et B. La distribution plus libérale d'aliment concentré dans la méthode B a permis de n'avoir qu'une sous-alimentation de 20 % contre 30 % pour le lot A à la première semaine de lactation et, de supprimer tout déficit énergétique dès la 3ème semaine au lieu de la 5ème semaine après le vêlage pour le lot A.

Essai 2 - **Vaches à haut niveau de production recevant des fourrages de qualité moyenne**

L'essai 2 a été effectué sur 9 couples de vaches à niveau de production relativement élevé (5 000 kg de lait par lactation) appariées en tenant compte des quantités de lait produites lors de la lactation précédente.

Les animaux des deux lots ont reçu la même quantité d'aliment concentré (1,4 kg M.S. par jour) la première semaine de l'expérience (- 4) puis la quantité offerte a augmenté lentement (0,7 kg M.S. par semaine) pour le lot A et plus rapidement (1,3 kg M.S.) pour le lot B au cours des 8 semaines suivantes de l'expérience. La quantité supplémentaire d'aliment concentré distribuée au lot B par rapport au lot A a été pour les 9 semaines d'expérience de 118 kg de M.S. soit de 42 % supérieure, ce qui a eu pour conséquence de diminuer les quantités ingérées de fourrage grossier qui était de qualité moyenne (foin à 0,45 U.F./kg M.S.). Ainsi, avant le vêlage, le niveau d'ingestion de la ration de fourrage, exprimé en pourcentage du poids vif, n'a été que de 0,93 kg de M.S. pour le lot B contre 1,10 pour le lot A et, après le vêlage respectivement de 0,85 kg de M.S. contre 1,02 kg de M.S. La quantité de fourrage ingérée par les vaches du lot B par rapport au lot A a donc diminué d'environ 400 g de M.S. par kg de M.S. d'aliment concentré distribué en plus après le vêlage.

La proportion de fourrage dans la ration totale, élevée pour les 2 lots (plus de 60 %) avant le vêlage, est descendue à 46 % pour le lot A et seulement à 32 % pour le lot B après le vêlage (semaines 1 à 5). Malgré cette diminution des quantités ingérées de fourrages, la consommation maximum de matière sèche totale après le vêlage (4ème semaine) a été plus élevée pour les vaches du lot B (3,02 kg de M.S. p. 100 P.V.) que pour celles du lot A (2,41 kg M.S. p.100 P.V.)..

La quantité supplémentaire de lait produite par les vaches du lot B par rapport à celles du lot A durant les 5 semaines de la lactation a été de 72 kg brut et 46 kg à 4 % de M.G. soit respectivement 0,6 et 0,4 kg par kg d'aliment concentré distribué en plus. Ces productions plus élevées pour le lot B ne sont par contre pas significativement différentes des productions du lot A. En revanche, les augmentations de la production laitière entre les 4ème - 5ème et 6ème jours de la lactation et le maximum de production sont significativement ($P < 0,05$) plus élevées pour les vaches du lot B (+ 8,1 kg contre + 4,6 kg). Le taux butyreux des animaux du lot B est faible (36,2 g °/₀₀), probablement en raison de la forte proportion d'aliment concentré dans la ration, mais pas significativement différent (- 2,0 points) de celui du lot A.

Les animaux du lot A ont perdu 21 kg de poids vif de plus que ceux du lot B (28 kg contre 7 kg) au cours des 5 premières semaines de la lactation.

Pour les animaux du lot A, le bilan énergétique a été fortement négatif (- 3,8 U.F. en moyenne) au cours des deux premières semaines de la lactation et les besoins n'ont jamais été couverts (- 2,6 U.F.

en moyenne pour les 5 premières semaines). Pour le lot B la sous-alimentation a été beaucoup moins importante (- 2,4 U.F. en moyenne durant les deux premières semaines) et les besoins ont été couverts à partir de la 3ème semaine.

Essais 3 et 4 - **Vaches à niveau de production laitière moyen recevant des fourrages de qualité moyenne ou médiocre.**

Dans les essais 3 et 4 comportant respectivement 7 et 10 vaches laitières d'un niveau de production d'environ 4 000 kg de lait par lactation ont été étudiées les mêmes méthodes de distribution en aliment concentré que celles présentées antérieurement dans l'essai 2. La méthode appliquée dans l'essai 3 correspondant au régime A et, la méthode adoptée dans l'essai 4 au régime B. De plus, les vaches utilisées avaient des niveaux de production laitière initiaux (moyenne des 4ème - 5ème - 6ème jours de la lactation) sensiblement identiques : 17,2 et 17,6 kg respectivement pour les essais 3 (lot A) et 4 (lot B). Nous avons donc comparé les résultats comme s'ils avaient été obtenus au cours d'une même expérience malgré quelques différences de qualité des fourrages (ensilage médiocre pour le lot B) et de quantités offertes de betteraves (20 kg pour le lot A contre 10 kg pour le lot B).

La quantité supplémentaire d'aliment concentré distribuée (B par rapport à A) a été pour toute l'expérience de 53 kg de matière sèche, soit de 22 % supérieure. Dans le lot A, l'apport croissant mais régulier (0,8 kg par semaine) des quantités offertes d'aliment concentré durant l'essai a permis une augmentation (de 24 %) des quantités ingérées de fourrages grossiers après le vêlage (semaines + 1 à 5) par rapport aux semaines - 4 et - 3. En revanche, pour le lot B, avec une augmentation moyenne sensiblement identique au lot A (0,9 kg par semaine) mais plus rapide sitôt le vêlage (3 kg en 2 semaines) et en association surtout avec des fourrages de moins bonne qualité, les quantités ingérées de fourrages ne se sont pas du tout accrues.

Ainsi, pour le lot A, la proportion de fourrages grossiers dans la ration totale est restée pratiquement identique durant les 9 semaines d'expérience (46 % avant le vêlage et 42 % après). En revanche, pour le lot B cette proportion, qui était de 53 % avant le vêlage, est descendue à 34 % pour la période après le vêlage. Le niveau de la ration totale est toujours resté faible pour le lot B, puisque même à la 5ème semaine après le vêlage il n'a été que de 2,47 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif (contre 2,80 pour le lot A). Pour le lot A, la production laitière a augmenté normalement (+ 6,1 kg) entre les 4ème, 5ème et 6ème jours de la lactation et le maximum tandis que pour le lot B elle ne s'est accrue que de 4,3 kg dans le même temps; ces augmentations étant significativement différentes ($P < 0,05$). Ainsi, la quantité de lait produite par les animaux du lot A a été de 41 kg supérieure (et 33 kg 4 %) à celle des vaches du lot B (différences non significatives). Les taux butyreux moyens des 2 lots ont été sensiblement identiques (respectivement 36,8 et 37,4 g °/₀₀).

Les besoins des animaux du lot A ont été couverts durant toute la période avant le vêlage et ont été assurés à partir de la 4ème semaine après le vêlage. Par contre, les besoins des animaux du lot B n'ont jamais été couverts durant les 9 semaines d'expérience (- 1,3 U.F. en moyenne), ceci, probablement en raison de la mauvaise qualité des fourrages. Avec ce déficit énergétique important, les animaux du lot B ont perdu 31 kg de poids vif après le vêlage contre seulement 7 pour les vaches du lot A. Par ailleurs, étant donné la proportion importante d'aliment concentré dans la ration, un nombre important d'animaux (4 vaches sur les 10) du lot B a eu des indigestions.

voir tableau V et figure 5 pages suivantes .../...

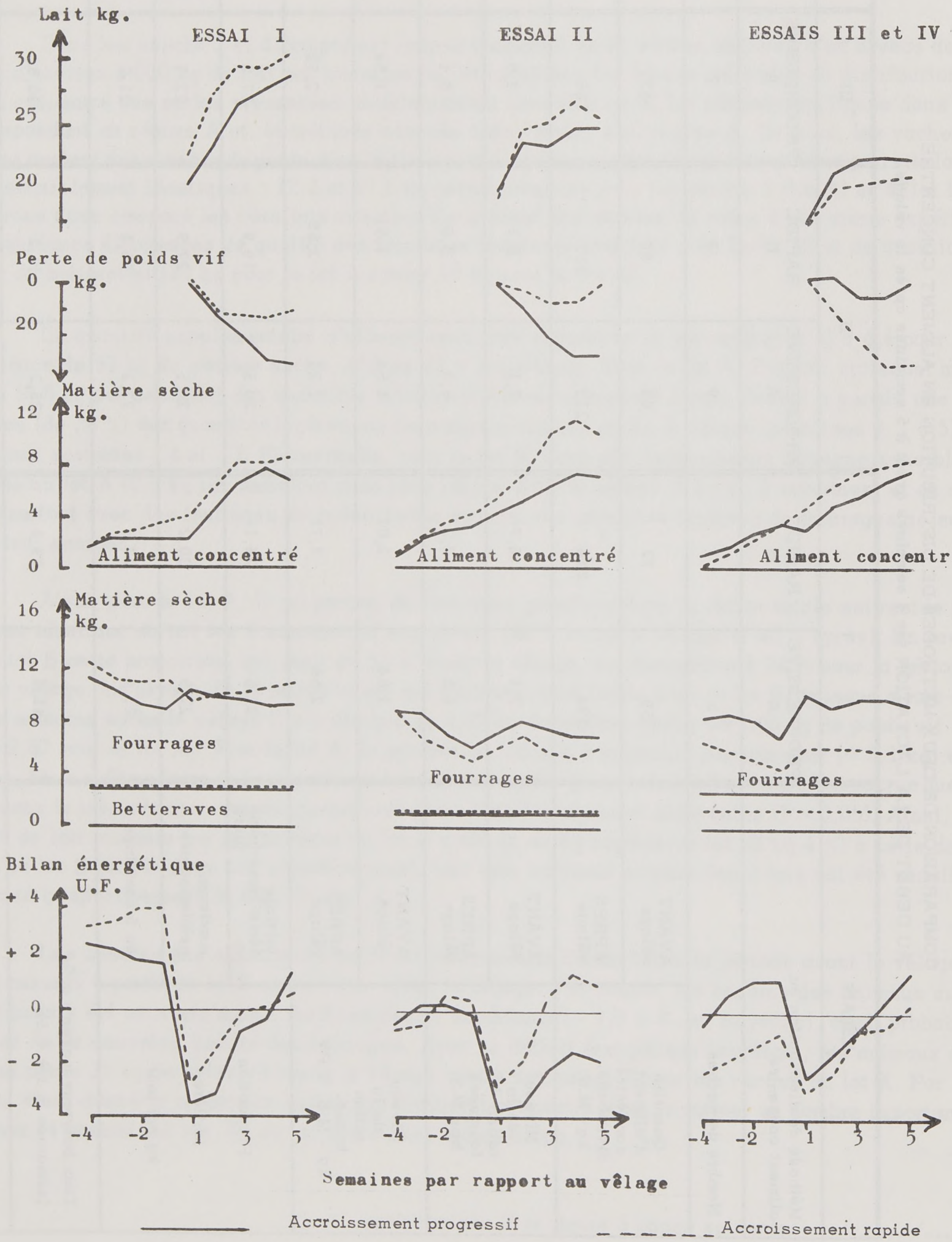
TABLEAU V

COMPARAISON DE DEUX METHODES DE DISTRIBUTION EN ALIMENT CONCENTRE
AU DEBUT DE LA LACTATION (de 4 semaines avant à 5 semaines après le vêlage)

ESSAIS		I		II		III	IV
Méthode de distribution en aliment concentré		PROGRESSIVE A	RAPIDE B	PROGRESSIVE A	RAPIDE B	PROGRESSIVE A	RAPIDE B
Nombre de vaches		5	5	9	9	7	10
Quantité d'aliment concentré distribuée. kg - M.S.	AVANT vêlage	59	72	69	80	57	53
	APRES vêlage	194	244	213	320	186	243
Niveau de la ration de fourrages kg - M.S.	AVANT vêlage	7,1	8,7	7,1	6,1	4,6	4,0
	APRES vêlage	6,5	7,3	6,3	5,0	6,4	4,4
Niveau de la ration totale. kg - M.S. % PV	AVANT vêlage	1,84	2,01	1,54	1,51	1,54	1,13
	APRES vêlage	2,58	2,71	2,23	2,65	2,52	2,19
Production laitière. kg par jour.	initiale 4ème-5ème-6ème jours	21,6	24,1	20,5	19,9	17,2	17,6
	maximum hebdomadaire	27,9	30,2	24,5	27,9	22,5	21,0
	en 5 semaines	25,4	27,9	23,1	25,1	21,2	20,0
Taux butyreux moyen - g ‰ (semaines + 1 à + 5)		41,3	39,3	38,2	36,2	36,8	37,4
Poids vif après le vêlage - kg (semaine 1)		608	650	631	592	603	618

FIGURE V

COMPARAISON DE DEUX METHODES DE DISTRIBUTION EN ALIMENT CONCENTRE AU DEBUT DE LA LACTATION



DISCUSSION - CONCLUSION

D'une manière générale, l'accroissement rapide des quantités offertes d'aliments concentrés après le vêlage a pour effet d'empêcher les quantités de fourrages ingérées d'augmenter. Ces résultats sont confirmés par ceux obtenus par Mc CAFFREE et MERILL (1968) à l'université Cornell. Ces auteurs, dans 2 essais regroupant un total de 28 vaches (Holstein) à haut niveau de production (6 000 kg de moyenne par lactation) ont augmenté progressivement (0,45 kg par jour) les quantités offertes d'aliment concentré à partir de 2 semaines avant le vêlage (2,7 kg par jour) pour atteindre un niveau maximum de 9,1 kg par jour au vêlage. Au début de la lactation, les quantités offertes ont augmenté de 0,45 kg par jour jusqu'à refus et les quantités distribuées n'ont été diminuées (de 0,45 kg/jour) que lorsque les animaux ont repris du poids (à la 12ème semaine en moyenne).Les fourrages utilisés étaient d'excellente qualité (ensilage de maïs + foin de luzerne-fléole récolté tôt) et distribués *ad libitum*. Avec cette méthode, les quantités ingérées de fourrages (7,0 kg de M.S. au vêlage) n'ont pas augmenté durant les 7 - 8 premières semaines de lactation lorsque les quantités ingérées d'aliment concentré sont passées de 6,8 à 11,0 kg de matière sèche. Elles n'ont augmenté que par la suite, lorsque les quantités d'aliments concentrés offertes ont diminué (d'environ 700 g de M.S./kg de M.S. d'aliment concentré distribué en moins).

Lorsque les fourrages sont de mauvaise qualité (essai 3 - lot B), les quantités ingérées sont faibles et elles peuvent même diminuer après le vêlage lorsqu'on accroît rapidement les quantités d'aliments concentrés. Ces derniers représentent alors une proportion très élevée de la ration totale (60 % de la M.S.) et il en résulte de nombreuses indigestions pouvant s'accompagner par ailleurs de chutes du taux butyreux. De plus, malgré la distribution de fortes quantités d'aliments concentrés, le bilan énergétique reste fortement déficitaire.

L'efficacité d'utilisation des aliments concentrés distribués de façon libérale est d'autant meilleure que les fourrages utilisés sont de bonne qualité mais aussi que le potentiel des animaux est élevé. Ainsi dans nos essais, par kg de concentré distribué en plus, la quantité de lait obtenue a été de 1,4 kg avec des vaches fortes productrices recevant des fourrages de bonne qualité (essai 1), de 0,6 kg avec des vaches fortes productrices recevant des fourrages de qualité ordinaire (essai 2) et nulle avec des vaches moyennes recevant des fourrages de mauvaise qualité (essai 3). Dans ce dernier cas, les aliments concentrés distribués de façon libérale ont même eu un effet dépressif sur la production de lait.

Il en résulte :

1) - qu'il n'est pas possible de pallier à la mauvaise qualité des fourrages en début de la lactation par une distribution plus élevée d'aliments concentrés;

2) - qu'avec des fourrages de qualité moyenne, il semble plus économique d'accroître progressivement les quantités d'aliments concentrés de 3 semaines avant à 5 semaines après le vêlage plutôt que de les augmenter rapidement au tout début de la lactation (cf. méthode ci-après);

3) - que, seulement avec les vaches fortes productrices, recevant des fourrages d'excellente qualité, il est possible d'accroître plus rapidement les quantités d'aliments concentrés distribuées après le vêlage. Il n'est cependant pas indispensable de couvrir rigoureusement les besoins énergétiques pendant les 4 premières semaines de la lactation, la sous-alimentation ne devant cependant pas excéder 2 U.F. en moyenne. Mais il sera alors nécessaire de reconstituer les réserves des animaux durant la 2ème partie de la lactation.

IV - METHODE DE RATIONNEMENT AU DEBUT DE LA LACTATION

1°) - Principe

La méthode consiste à augmenter progressivement la concentration énergétique de la ration (par apport d'aliment concentré) de 3 semaines avant le vêlage à 4 semaines après, de façon à couvrir les besoins des animaux à leur maximum de production. Il est nécessaire de connaître le potentiel de production de chaque vache et le niveau énergétique moyen de la ration de base (moyenne du troupeau).

Le niveau de production (potentiel) de la vache est déterminé à partir de la production de lait mesurée aux environs du 5ème jour et qui est encore peu affectée par l'alimentation de la vache à cette période (voir figure 3); ce qui permet de prévoir les besoins des animaux à leur maximum de production (vers la fin du premier mois). Une étude effectuée par DECAEN, CALOMITI et POUTOUS (1970) sur le troupeau de vaches laitières de la Station a montré qu'il existait une relation étroite entre la production initiale (PI) mesurée aux environs du 5ème jour de la lactation (moyenne des 4ème - 5ème et 6ème jours) et celle observée au maximum (PM). Ces augmentations (PM) - PI) sont fonction du niveau de production initiale comme le montre le tableau VI.

TABLEAU VI

Moyenne 4ème - 5ème - 6ème jours lactation★ PI (kg de lait)	PM - PI (kg lait)
⩽ 10	4
11 à 13	5
14 à 16	6
17 à 19	7
⩾ 20	8

★ Le jour du vêlage est considéré comme étant le jour 1.

2°) - Méthode

Avant le vêlage :

Le schéma de distribution en aliment concentré au cours des 3 dernières semaines de gestation sera déterminé en fonction :

- du niveau énergétique de la ration de base (moyenne du troupeau)
- et du niveau de production laitière de l'animal lors de la lactation précédente (⩽2ème lactation).

Le tableau VII donne directement les quantités d'aliment concentré à distribuer par jour (niveaux 0, I ou II) en tenant compte de ces 2 variables.

TABLEAU VII

QUANTITES D'ALIMENTS CONCENTRES A DISTRIBUER AU COURS DES 3 SEMAINES AVANT LE VELAGE EN FONCTION :

- du niveau énergétique de la ration de base
- du niveau de production laitière des animaux.

		lère lactation Niveaux (1)	2ème lactation		3ème lactation et suivantes	
			Production maximum en lère lactation - kg lait -	Niveaux de distribution (1)	Production maximum à lactation précédente - kg lait -	Niveaux de distribution (1)
NIVEAU ENERGETIQUE DE LA RATION DE BASE (U.F.)	⩽ 4	II	⩽ 10	0	⩽ 12	0
			10 à 16	I	12 à 20	I
			> 16	II	> 20	II
	5	I	⩽ 12	0	⩽ 15	0
			12 à 18	I	15 à 23	I
			> 18	II	> 23	II
	6	I	⩽ 14	0	⩽ 18	0
			14 à 20	I	18 à 26	I
			> 20	II	> 26	II
	⩾ 7	0	⩽ 16	0	⩽ 21	0
			16 à 22	I	21 à 29	I
			> 22	II	> 29	II

(1) Niveau I ——→ 1, 2 et 3 kg d'aliments concentrés par jour respectivement au cours des 3ème, 2ème et 1ère semaines avant le vêlage.

Niveau II——→ 2, 3 et 4 kg d'aliments concentrés par jour respectivement au cours des 3ème, 2ème et 1ère semaines avant le vêlage.

Après le vêlage :

- Le jour du vêlage (jour 1) et les jours suivants (2, 3 et 4), la quantité d'aliment concentré distribuée ne sera pas modifiée par rapport à la dernière semaine avant le vêlage (semaine - 1). Pour les vaches qui ne recevaient pas d'aliment concentré (niveau 0), on commencera à en distribuer 1 kg (jours 1 et 2), puis 2 kg (jours 3 et 4) par jour.

- Au 5e jour de la lactation, on augmentera systématiquement d'1 kg d'aliment concentré; cette nouvelle quantité étant maintenue jusqu'à la fin de la 1ère semaine de lactation.

- A partir du début de la 2ème semaine après le vêlage, les quantités d'aliment concentré distribuées seront augmentées progressivement, de façon que les besoins des animaux soient couverts à la fin du premier mois de la lactation. La quantité d'aliment concentré à distribuer à la fin de la 4ème semaine sera calculée par différence entre les besoins au maximum de production (obtenu en utilisant le tableau VI) et les apports par la ration de base. Pour le calcul du lait à 4 % de matières grasses, on prendra comme taux butyreux celui de la vache (ou du troupeau) observé sur la moyenne des lactations précédentes.

- A la 5ème semaine, on maintiendra la quantité d'aliment concentré distribuée à la fin de la 4ème semaine. Puis, les quantités offertes seront baissées de 0,5 kg à chaque diminution de 1 kg de la production laitière à partir du maximum de production.

3°) - Remarques

- Avant et après le vêlage, il faudra tenir compte de l'apport en matières azotées de la ration de base de façon à déterminer la proportion de tourteaux nécessaire dans l'aliment concentré pour assurer les besoins.

- La quantité d'aliment concentré augmentera au maximum d'1 kg à chaque modification et la nouvelle quantité distribuée sera maintenue pendant au moins 3 jours.

- La matière sèche apportée par l'aliment concentré (y compris celle des betteraves s'il y en a) ne devra pas dépasser 65 % de la matière sèche totale.

- De façon à tenir compte des différences entre individus dans l'évolution de la production de lait au début de la lactation, on pourra contrôler la production laitière en fin de 2ème semaine de la lactation (13ème et 14ème jours); calculer les besoins énergétiques d'après cette production et les augmenter d'1 U.F. pour connaître la quantité d'aliment concentré à distribuer durant la 3ème semaine de la lactation. Faire de même pour la 4ème semaine en contrôlant la production laitière des 20ème et 21ème jours de la lactation et en augmentant les besoins énergétiques de 0,5 U.F.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

APGAR W.P., RAMAGE C.H., MATHER R.E., 1966. Nitrogen-fertilized orchardgrass compared with alfalfa at different levels of concentrate feeding for dairy cows. J. Dairy Sci. **49**, 1033.

BROSTER W.H., RIDLER B., FOOT A.S., 1958. Levels of feeding of concentrates for dairy heifers before and after calving. J. Dairy Res. **25**, 373 - 382.

BROSTER W.H., BROSTER V.J., SMITH T., 1969. Experiments on the nutrition of the dairy heifer. VIII. Effect on milk production of level of feeding at two stages of the lactation. J. Agric. Sci., Camb. **72**, 229 - 245.

BURT A.W.A., 1956. The influence of feeding during rearing and in late pregnancy upon the productivity of the dairy cow. Dairy Sci. Abst. **18**, 883.

Mc CAFFREE J.D., MERILL W.G., 1968. High moisture corn for dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. **51**, 553.

Mc CAFFREE J.D., MERILL W.G., 1968. Effects of feeding concentrates to maintain body weight of dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. **51**, 561.

DECAEN C., JOURNET M., POUTOUS M., 1970. Evolution de la production laitière de la vache au cours des deux premiers mois de la lactation. I. Description graphique de l'évolution journalière de la quantité de lait sécrétée, du taux butyreux et de la quantité de matières grasses sécrétée. Ann. Zootech. **19** (sous presse).

DECAEN C., CALOMITI S., POUTOUS M., 1970. Evolution de la production laitière de la vache au cours des deux premiers mois de la lactation. II. Analyse de la variation de la quantité de lait. Ann. Zootech. **19** (sous presse).

DONKER J.D., SINGH H., MOHRENWEISER H.W., 1968. Forage evaluation. I. Performance of Holstein heifers fed only early - cut or late cut alfalfa hay on a free-choice basis. J. Dairy Sci. **51**, 362.

EMERY R.S., HAFS H.D., ARMSTRONG D., SNYDER W.W., 1969. Prepartum grain feeding effects on milk production, Mammary edema and incidence of diseases. J. Dairy Sci. **52**, 345 - 351.

FLATT W.P., MOE P.W., MUNSON A.W., COOPER T., 1967. Energy utilization by high producing dairy cows. 4th symposium on Energy metabolism - Warsaw 17 - 24 september.

FLUX D.S., PATCHELL M.R., 1954. The effect of undernutrition after calving on the quantity and composition of the milk produced by dairy cattle. J. Agric. Sci. **45**, 246 - 253.

GRAVES R.R., DAWSON J.R., KOPLAND D.V., WATT A.L., VAN HORN A.G., 1938. Feeding dairy cows on alfalfa hay alone. U.S. Dept. Agric. Tech. Bull. n° 610.

HODEN A., JOURNET M., 1969. La préparation au vêlage. Compte-rendu d'expérimentation I.N.R.A. - U.N.M.E. - P 1 Bovins lait 36.

HUTTON J.B., 1963. The effect of lactation on intake in the dairy cow. Proc. N.Z. Soc. Anim. Pord. **23**, 39.

JARRIGE R., 1958. Appétit et alimentation hivernale des vaches laitières. Bulletin des C.E.T.A. - Janvier E 101.

JOURNET M., JARRIGE R., 1960. Evolution de la sécrétion des matières grasses, des matières azotées et du lactose au cours du premier mois de lactation. Ann. Zootech. **9**, 133 - 155.

PATCHELL M.R., 1957. The influence of undernutrition of dairy cows yield and composition of milk. N.Z.J. Science Techn. **38 A**, 682 - 688.

RONNING M., LABEN R.C., 1966. Response of lactating cows to free-choice feeding of milled diets containing from 10 to 100 % concentrates. J. Dairy Sci. **49**, 1080.

SCHMIDT G.H., SCHULTZ L.H., 1959. Effect of three levels of grain feeding during the dry period on the incidence of ketosis, severity of udder edema and subsequent milk production of dairy cows. J. Dairy Sci. **42**, 170.

SWANSON E.W., HINTON S.A., 1962. Effects of adding concentrates to ad libitum roughage feeding in the dry period. J. Dairy Sci. **45**, 48.

THOMAS J.W., BROWN L.D., EMERY R.S., 1970. Corn silage compared to alfalfa hay for milking cows when fed various levels of grain. J. Dairy Sci. **53**, 342.

ANALYSE PILAIRE ET EXPLORATION DES CARENCES ET DESEQUILIBRES MINERAUX *

M. BROCHART

Station de Physiopathologie de la Nutrition

Ψ Ψ Ψ

D'assez nombreux travaux ont été publiés ces dernières années sur l'utilisation de l'analyse chimique pilaire pour le diagnostic des carences et déséquilibres alimentaires minéraux. Deux raisons principales sont à l'origine de ces recherches : la première, d'ordre théorique, est fondée sur l'hypothèse que la composition chimique pilaire est susceptible de traduire un état nutritionnel de plusieurs mois et donc de fournir une information plus significative que les variables plasmatiques ou urinaires, qui ne reflètent qu'une période limitée et sont soumises à des fluctuations aléatoires importantes; la seconde raison, d'ordre pratique, tient à l'extrême facilité du prélèvement pilaire et à sa conservation indéfinie.

Si la majorité des travaux publiés ces dernières années confirment la possibilité d'utiliser l'analyse chimique pilaire pour l'exploration de la nutrition minérale des ruminants, notamment de certains oligoéléments, cette opinion n'est cependant pas unanime. Ces contradictions sont dues pour une large part au fait que certains auteurs ont négligé de tenir compte des facteurs biologiques et physico-chimiques contrôlant l'origine des minéraux des poils, leur mode de fixation et leur libération au cours du lavage des poils.

Le poil brut dépoussiéré a des teneurs relativement élevées en potassium et sodium, de l'ordre de 1 et 0,4 % respectivement, supérieures à celles des cations divalents tels que Ca et Mg. Ces concentrations tendent rapidement vers zéro au cours d'un lavage avec un détergent polaire; avec un détergent non polaire, en 30', ces concentrations s'abaissent au 1/3 ou au 1/4 de leur valeur initiale. Les cations bivalents et le phosphore ont un comportement très différent au cours du lavage : après une brève phase initiale de libération, le calcium et le phosphore n'évoluent plus au cours du lavage, quel que soit le détergent; le magnésium est d'autant mieux retenu que le poil est plus pigmenté.

Le calcium des poils augmente avec l'intensité de la pigmentation, c'est à dire avec le taux de mélanine, lequel est contrôlé par des facteurs génétiques, raciaux et individuels; il dépend également de facteurs saisonniers (maximum de concentration calcique en hiver, minimum en mai-juin).

D'autres composés minéraux des poils dépendent également, mais moins étroitement que le calcium, du taux de mélanine; celle-ci fixe par ordre préférentiel décroissant Ca, Mg, P, K, Na; les

---

* *Communication au colloque Franco- Soviétique sur le rôle des éléments minéraux dans l'alimentation des ruminants. Theix - 17-21 novembre 1970.*

teneurs d'oligo-éléments comme Mn, Mo, Co dépendent également de la pigmentation; en revanche, la concentration de Cu est indépendante du taux de mélanine.

Par conséquent, on ne peut accorder de signification aux valeurs absolues des minéraux dépendant de la mélanine; on doit corriger ces valeurs en fonction du taux de mélanine, ou, ce qui revient au même, en fonction du taux de Ca, très étroitement lié à la mélanine, et plus facile à déterminer.

Le calcium des poils est peu dépendant de l'apport calcique alimentaire, lequel a d'ailleurs un effet négligeable sur le calcium sanguin, dont l'homéostasie est rigoureuse.

L'homéostasie de P et Mg est moins rigoureuse que celle de Ca, ce qui rend les teneurs plasmatiques de ces minéraux dépendantes des apports alimentaires; l'excrétion de Na et K par voie sudoripare (qui constitue l'apport principal de ces deux cations pour le poil) varie également en fonction des apports alimentaires. On peut s'attendre par conséquent à ce que les concentrations du poil en ces minéraux traduiront la carence ou l'excès de ces ions au niveau du plasma, du liquide interstitiel ou de la sueur et des sécrétions sébacées. En ce qui concerne K et Na, nous accordons plus de valeur aux variations du rapport K/Na qu'aux concentrations de ces ions; en effet, ces ions sont faiblement fixés par les poils, et leurs teneurs varient en fonction des conditions de lavage des poils (nature du détergent, durée, température, etc ...); l'emploi du rapport K/Na diminue par conséquent l'influence des conditions de lavage.

Dans des conditions expérimentales, nous avons pu obtenir dans notre laboratoire plusieurs confirmations de la valeur de l'hypothèse de travail émise initialement quant à la signification pour l'exploration nutritionnelle de l'analyse chimique pilaire :

1) une corrélation hautement significative de + 0,90 a été obtenue entre le phosphore minéral sanguin mesuré chaque semaine, et le phosphore pilaire mesuré tous les deux mois chez 2 vaches pendant 2 ans (BROCHART, 1957).

2) sur huit veaux dont 4 étaient soumis à une carence expérimentale en magnésium, LARVOR et **al** (1964) ont obtenu une corrélation hautement significative de + 0,94 entre le magnésium pilaire et le magnésium osseux, qui est le meilleur critère de l'état des réserves magnésiennes.

3) BELLANGER (1968) a observé sur 138 bovins d'abattoir une corrélation hautement significative de + 0,350 entre le cuivre pilaire et le cuivre hépatique, qui est un bon critère d'appréciation des réserves cuivriques.

4) sur quatre bouvillons soumis chacun à 4 niveaux de rapport alimentaire K/Na, ALASSIMONE (1970) a observé une corrélation hautement significative de + 0,67 entre le rapport K/Na alimentaire et le rapport K/Na pilaire « sudoral »; dans ce dernier cas, le K/Na sudoral est obtenu par différence entre K-Na du poil brut dépoussiéré et K-Na dosés après lavage avec un détergent non polaire.

Pour l'utilisation de l'analyse pilaire dans un but diagnostic dans les conditions de la pratique de l'élevage, on doit contrôler tout d'abord l'influence des différences de pigmentation entre races. Il convient donc d'établir pour chaque race, et à partir d'animaux physiologiquement normaux, les relations statistiques qui lient les concentrations en minéraux dépendant de la mélanine au calcium, pris lui-même comme une expression de la mélanine.

Pour le poil noir du chignon de bovins hollandais, les équations suivantes ont été obtenues à partir de l'analyse de plusieurs centaines d'échantillons (teneur en mg par gramme).

$$Mg = 0,12\ Ca + 0,09$$
$$P = 0,06\ Ca + 0,07$$
$$K = 0,09\ Ca + 0,01$$
$$Na = 0,06\ Ca - 0,04$$

La valeur observée du calcium est comparée à la valeur moyenne pour le moment de l'année (en mg par gramme).

Janvier, février	2,60
Mars	2,40
Avril	2,15
Mai-juin	2,0
Juillet-août	2,25
Septembre	2,30
Octobre	2,40
Novembre-décembre	2,60

La mélanine ne rend pas compte toutefois à elle seule de la variation du taux calcique du poil; on observe fréquemment que la concentration minérale globale, et notamment le taux calcique dépassent largement le taux de saturation de la mélanine; ce phénomène est pratiquement de règle lors d'un premier prélèvement effectué au niveau du chignon. Ceci est dû à l'accumulation de minéraux d'origine sudorale et sébacée, migrant de la base du poil vers le sommet, migration qui crée un gradient de concentration minérale croissante de la base vers le sommet; le support de cette fixation ne peut être que la kératine.

Quelle que soit la cause de la surcharge minérale des poils, on doit logiquement observer une élévation parallèle de la teneur de tous les éléments minéraux, puisque, tout au moins en ce qui concerne Ca, Mg, K, Na, P, leurs concentrations sont en étroite corrélation (BROCHART et **al**, 1960). En revanche, s'il y a carence en un élément particulier, on peut s'attendre à ce que cet élément ne s'accumule pas dans le poil. C'est effectivement ce que nous avons observé dans la carence spontanée en phosphore (BROCHART, 1957) où l'accumulation calcique pilaire, fréquente dans cette carence, probablement du fait du retard ou du blocage de la mue, est accompagnée d'une réduction relative notable de la concentration pilaire en phosphore. En revanche, un niveau alimentaire normal de phosphore se traduit par des valeurs pilaires de calcium et de phosphore moyennes à faibles en ces deux éléments, vraisemblablement parce que le taux de renouvellement pilaire est normal.

Dans la mesure où la surcharge calcique pilaire révèle un retard ou un blocage de la mue, on a sans doute dans ce phénomène l'explication de la corrélation négative observée par nous entre le taux calcique pilaire et la fertilité (BROCHART, 1957), phénomène confirmé ensuite par NESENI (1968); la mue est en effet contrôlée par des mécanismes endocriniens répondant à la photopériode et la température, facteurs vis à vis desquels l'activité hypophyso-ovarienne est également très sensible. YEATES (1958) a démontré que la sous-nutrition bloque la mue, et on sait que la sous-nutrition induit un syndrome de pseudo-hypophysectomie. TURNER et SCHLEGER (1958) ont par ailleurs montré que dans une même population les vaches à pelage long ont une fertilité moindre que les vaches à pelage court. Tous ces faits sont donc assez cohérents.

Dans le but de normaliser les conditions de l'analyse pilaire, il serait sans doute indiqué à l'avenir d'opérer sur des échantillons de même âge, après rasage et repousse d'une durée standard, qui ne peut être inférieure à 2 mois. Le choix de la région corporelle devra également être normalisé

car les auteurs accordent leur préférence soit au poil du chignon, dont la mue n'est pas saisonnière, soit à des poils de l'épaule ou du flanc, à mue saisonnière; or, il est évident qu'en l'absence d'un rasage préalable, l'âge moyen de ces deux types de population de poils est très différent.

En conclusion, on peut dans l'état actuel des connaissances, retenir les faits suivants : le diagnostic de carence en un élément ne peut être posé que par référence au taux de minéralisation pilaire global, dont une expression commode est le taux calcique. Ce taux calcique est fonction de la pigmentation et de l'âge de l'échantillon.

BIBLIOGRAPHIE

ALASSIMONE A., 1970. Etude biochimique comparée de l'élimination et de la répartition du potassium chez le rat et le bovin recevant une surcharge alimentaire en potassium. Conséquences pathologiques de la surcharge. Thèse 3ème cycle, Faculté de Clermont-Ferrand.

BELLANGER J., 1968. Relations entre les taux de cuivre sanguin, hépatique et pilaire chez 250 bovins d'abattoir. Rech. Vét. (1), 127-139.

BROCHART M., 1957. L'exploration de la nutrition phospho-calcique des vaches laitières au moyen du dosage du calcium et du phosphore dans les poils. Ann. Zoot., 1957, 155-235.

BROCHART M., LARVOR P. et VISSAC B., 1960. Influence de quelques facteurs alimentaires, saisonniers et endocriniens sur le métabolisme de Ca, P, K, Na chez les bovins. Ann. Zoot., 1960, 5.

LARVOR P., GIRARD A., BROCHART M., PARODI A. et SEVESTRE J., 1964. Etude de la carence expérimentale en magnésium chez le veau. I. - Observations cliniques, biochimiques et anatomo-pathologiques. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 4 (4), 345-369.

NESENI R., 1968. Veränderungen im Mineralbestand der Rinderhaare, besonders zur Zeit der Geburt und bei Fruchtbarkeits-Störungen. Wien. Tierärtz. Monats, **55** (4), 206-220.

TURNER H.G. et SCHLEGER A.V., 1958. Field observations on associations between coat type and performance in cattle. Proc. Austral. Soc. Animal Produc., **2**, 112-114.

YEATES N.T.M., 1958. Observations on the role of nutrition in coat shedding in cattle. J. Agric. Sci., **50**, 110-112.

VALEUR NUTRITIVE DES LUZERNES DESHYDRATEES POUR LES MONOGASTRIQUES EN CROISSANCE : ETUDES EFFECTUEES SUR LE RAT

M. VERMOREL

Station d'Etude des Métabolismes

Ψ Ψ Ψ

Les farines de luzerne peuvent représenter une source de protéines et d'acides aminés indispensables (en particulier de lysine et de tryptophane) intéressante pour le porc, en complément des céréales. La fabrication de farines de luzerne de qualité par déshydratation pose 2 types de problèmes technologiques : d'une part, séparer aussi complètement que possible des tiges, les feuilles riches en azote et pauvres en matières cellulosiques et d'autre part, éviter la dégradation des protéines consécutive à un chauffage excessif.

Pour étudier l'influence des conditions de déshydratation sur la valeur nutritive de ces farines de luzerne nous avons comparé l'utilisation digestive de 3 farines de luzerne du commerce présentant des concentrations azotées différentes, celle de 2 luzernes A et B déshydratées dans des conditions parfaitement connues et celle de feuilles de luzernes séchées à basse température. Par ailleurs, nous avons étudié l'utilisation énergétique et azotée des 2 luzernes déshydratées A et B en la comparant d'une part à celle des feuilles de luzernes séchées à basse température et d'autre part, à celles de l'amidon de blé, pour l'utilisation énergétique, et de la farine de hareng de Norvège, pour l'utilisation azotée.

Cette étude a été réalisée avec des lots de rats en croissance en vue d'obtenir des bilans énergétiques précis par abattage et analyse des carcasses.

Les luzernes déshydratées :

Les 3 farines de luzerne du commerce présentaient respectivement une teneur en matières azotées (N × 6,25) de 18 %, 22 % et 25 % par rapport à la matière sèche.

Les 2 luzernes A et B ont été obtenues à l'Institut Technique des Céréales et des Fourrages par déshydratation d'une luzerne deuxième cycle de 6 semaines de végétation.

- La luzerne déshydratée A est un produit en principe riche en feuilles obtenu au cours de la période de mise en régime de la déshydrateuse, lorsque la température du four est au maximum de 500° C et celle du mélange air chaud et fourrage est au maximum de 380° C.

- La luzerne déshydratée B est un produit en principe assez riche en feuilles obtenu au cours

de la période de régime établi, lorsque la température du four est de 980° C et celle du mélange air chaud et fourrage de 570° C.

Les feuilles de luzerne utilisées pour étudier l'influence des conditions de déshydratation ont été prélevées à la main sur une luzerne deuxième coupe en début de floraison et séchées en étuve ventilée à 60° C. La composition chimique de ces feuilles et celles des 2 luzernes déshydratées A et B sont indiquées dans le tableau I.

TABLEAU I

COMPOSITION CHIMIQUE DES LUZERNES

	Feuilles séchées	Luzernes déshydratées	
		A	B
Energie brute (kcal/ g M.S.)	4,571	4,571	4,722
Matières cellulosiques (% M.S.)	11,0	27,7	26,8
N × 6,25 (% M.S.)	29,9	21,8	22,2
Azote soluble (% Azote total)★	13,7	18,0	15,1
Thréonine % (N × 6,25)★	4,8	4,4	4,55
Lysine %(N × 6,25)★	6,1	5,0	5,4
Tryptophane %(N × 6,25)★	1,85	1,5	1,55

★ PION et PRUGNAUD, communication personnelle

Régimes

Les farines de luzerne ont été introduites à raison de 20 % dans des régimes équilibrés, en substitution d'une partie de l'amidon et de la farine de poisson. Elles fournissaient 24 à 38 % de l'azote des régimes, ces derniers étant supplémentés en acides aminés indispensables. La composition des régimes a été déterminée de façon qu'ils apportent les mêmes quantités d'azote digestible et d'énergie métabolisable.

RESULTATS

Les teneurs en azote et en matières cellulosiques des 2 luzernes A et B (tableau I) correspondent à la composition morphologique de la plante entière à ce stade végétatif (WOODMAN et EVANS 1935), ce qui indique que le traitement technologique n'a pas entraîné d'enrichissement notable du produit en feuilles.

La déshydratation semble avoir un effet favorable sur l'appétibilité de la luzerne chez le rat vrai-

semblablement parce que son odeur âcre est atténuée par ce traitement (observations personnelles). Il semble cependant qu'il existe un optimum pour la température de déshydratation puisque l'appétibilité de la luzerne B déshydratée à 570° C est inférieure à celle de la luzerne A déshydratée à 380° C.

Digestibilités :

Les digestibilités apparentes de l'énergie des farines de luzerne du commerce Numéro 1 et 2 sont inférieures de 7 points (tableau II) à celles des luzernes A et B qui présentent des teneurs en azote voisines. La farine de luzerne N° 3, plus riche en azote et probablement plus riche aussi en feuilles, présente une digestibilité de l'énergie égale à celles des luzernes A et B. Ces valeurs sont cependant inférieures de 15 points environ à la digestibilité apparente de l'énergie des feuilles séchées à 60° C. On peut en déduire que la digestibilité apparente de l'énergie des luzernes déshydratées augmente avec la proportion de feuilles et diminue seulement pour les températures de déshydratation élevées.

TABLEAU II

DIGESTIBILITES APPARENTES DE L'ENERGIE ET DE L'AZOTE DES LUZERNES DESHYDRATEES

	Luzerne du commerce			Luzerne ITCF		Feuilles séchées
	I	II	III	A	B	
(N × 6,25) % M.S.	18	22	25	21,8	22,2	29,9
Température de déshydratation	-	-	-	⩽380°	⩽570°	60°
CUDa Energie	39	38	46	45	46	60
CUDa Azote	44	41	46	56	50	66

La digestibilité apparente de l'azote des luzernes, introduites dans des régimes équilibrés, est relativement faible par rapport à celles des autres sources de protéines : farine de poisson 88 %; tourteau de soja 85 %, céréales 80 à 85 %. La digestibilité n'est que de 66 % pour les feuilles séchées à 60° C en raison de la teneur élevée en glucides membranaires et autres constituants qui augmentent l'excrétion d'azote endogène. Elle est encore inférieure de 10 points pour la luzerne A déshydratée dans de bonnes conditions et de 16 points pour la luzerne B. Ces résultats sont en accord avec les données de KEYS, Van SOEST et YOUNG (1969) chez le rat et confirment les conclusions de KOSANOVIC et al (1967) : l'élévation de la température de déshydratation a une influence néfaste sur la digestibilité de l'azote chez le rat (tableau II), chez le poulet et chez le porc.

Utilisation métabolique de l'énergie et de l'azote (tableau III)

Pour une même ingestion d'énergie métabolisable, les rats qui ont reçu les régimes « luzerne A » et « feuilles séchées » présentent des gains de poids vif vides supérieurs de 6 % et des quantités de protéines fixées supérieures de 13 % en moyenne aux performances du lot témoin recevant le régime à base d'amidon et de farine de poisson. En revanche, les quantités d'énergie fixée sont inférieures de 10 % et de 13 %. De ce fait, les quantités de lipides fixés sont très inférieures (de 30 %) et le pourcentage d'énergie fixée sous forme de protéines plus élevé (de 30 % également), ce qui se traduit par un engraissement moindre des animaux.

TABLEAU III

UTILISATION METABOLIQUE DE L'ENERGIE ET DE L'AZOTE DES LUZERNES

(données correspondant à une période de 21 jours)

	Régime témoin	Régimes «Luzernes»		
		Feuilles séchées	A (380° C)	B (570° C)
Energie brute ingérée (kcal)	1161	1259	1295	1268
E. métabolisable ingérée (kcal)	1095	1096	1089	1067
Gain poids vif vide (g/j)	4,61	4,88	4,89	4,62
Energie fixée (kcal sur 21 j)	245	213	217	214
Protéines fixées (g pour 21 j)	18,6	20,9	21,1	19,2
Protéines fixées valeur relative	100	113	114	103
Coefficient de rétention azotée apparent du régime	56	60	60	58
Energie fixée sous forme de protéines (%)	43	56	56	51
Lipides fixés (g)	14,5	9,9	10,1	11,0
Energie nette par rapport à l'amidon	100	46	34	46

Les rats qui ont reçu le régime «luzerne B» ont fixé seulement 3 % de plus de protéines et 4 % de moins d'énergie que les rats du lot témoin. Ce résultat montre que l'utilisation métabolique de l'azote diminue lorsque la température de déshydratation augmente et est en accord avec les travaux de KOSANOVIC et al (1967) chez le porc et le poulet.

L'utilisation de l'énergie métabolisable des luzernes est inférieure à celle de l'amidon, en particulier celle des feuilles séchées à 60° C et de la luzerne A qui ont assuré une fixation importante de protéines. La valeur énergétique nette des feuilles de luzernes séchées à 60° C n'est égale qu'à 60 % de celle de l'amidon. La luzerne B a la même énergie nette, sa digestibilité inférieure étant compensée par une meilleure utilisation de l'énergie métabolisable, en relation avec une rétention azotée moindre. L'énergie nette de la luzerne A déshydratée à une température modérée est encore inférieure aux précédentes en raison de la mauvaise utilisation de l'énergie métabolisable.

Les énergies nettes des feuilles séchées et de la luzerne B sont inférieures à celles déterminées par PATROV et al (1968) chez le porc; ce résultat s'explique en partie par la digestibilité de la matière organique de la luzerne plus élevée chez le porc que chez le rat (KEYS, Van SOEST et YOUNG 1969). Ces énergies nettes sont cependant voisines de celles indiquées pour le porc dans les tables hollandaises (1970).

CONCLUSION

La déshydratation semble avoir un effet favorable sur l'appétibilité de la luzerne chez le rat, en atténuant notamment son odeur âcre. Il semble cependant qu'il existe à cet égard un optimum pour la température de déshydratation. Ce phénomène mérite d'être étudié chez le porc car l'introduction de farine de luzerne dans les régimes ne doit pas entraîner de diminution trop importante des quantités ingérées, surtout chez le porc en croissance.

La digestibilité apparente de l'énergie et la valeur énergétique nette augmentent avec la proportion de feuilles mais les températures de déshydratation les plus élevées semblent avoir un effet défavorable. L'augmentation de la température de déshydratation exerce une action néfaste sur la digestibilité apparente et l'utilisation métabolique de l'azote.

Il faut également souligner l'accroissement de la protéinogénèse apparente et la réduction de l'état d'engraissement observés avec la consommation de farines de luzerne de bonne qualité. Ces 2 phénomènes peuvent être particulièrement intéressants chez le porc en croissance-finition.

La fabrication de farines de luzernes riches en feuilles, à basse température doit fournir un produit de qualité permettant de complémenter facilement les céréales enrichies en azote et de réaliser des économies appréciables de protéines nobles comme le tourteau de soja et les farines de poisson dans l'alimentation du porc.

Ce travail a été réalisé en partie grâce au contrat de la D.G.R.S.T. n° 67 00 770.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

KEYS J.E., VAN SOEST J.R., P.J. and YOUNG E.P., 1969. J. Anim. Sci. 29, 1, 1-5.

KOSANOVIC M., SRECKOVIC A., NIKOLIC M., SAVIC S. and BRUNDZA V., 1967. Zborn Rad. Inst. Strocarstvo Novi Sad, 71-88. Cité par Nut. Abst. Rew. 1968.

PATROV V.S., ROMANCOV N.I. and FEDOTOV A.G., 1968. Svinododstvo 4, 21-23. Cité par Nutr. Abst. Rew. 1969.

WOODMAN H.E., EDEN B.A., 1935. J. Agric. Sci. 25, 50. Cité par G. FAUCONNEAU et R. JARRIGE 1957 B.T. I. 118.

CONDITIONS DE PRE-ABATTAGE ET CONSEQUENCES SUR LA QUALITE DE LA VIANDE D' AGNEAU

T. BRAZAL GARCIA, R. BOCCARD

Station de Recherches sur la Viande

Ψ Ψ Ψ

Les variations de la qualité de la viande exprimées par diverses caractéristiques comme la tendreté, la couleur, la rétention d'eau, ont déjà été étudiées dans le cas du mouton mais plus en fonction des conditions de production : âge, race, régime alimentaire qu'en fonction des conditions de transport et d'abattage. Cependant au cours de cette dernière phase de la vie des animaux de boucherie de nombreux facteurs peuvent entraîner des modifications sensibles des principales caractéristiques de la qualité (HEDRICK, 1965, JUDGE, 1969).

Pour tenter de mieux préciser les conséquences de diverses manipulations, des conditions et de la durée du transport et du stockage nous avons entrepris une étude portant sur différents caractères qualitatifs des viandes d'agneaux. Nous rapportons ici une partie des résultats concernant le pH, la couleur et la capacité de rétention d'eau de nos premières séries expérimentales

I - MATERIEL ET METHODES

Les agneaux produits par les troupeaux du C.R.Z.V. ont été choisis pour constituer des couples d'animaux semblables pour la race, le sexe, l'âge, le poids, la conformation et l'état d'engraissement.

Un agneau de chaque couple appelé par la suite animal expérimental, fut soumis au traitement consistant en un transport suivi d'un isolement, sans abreuvement, dans les locaux de l'abattoir, pendant la nuit précédant l'abattage.

Le deuxième agneau du couple, appelé animal témoin, fut transporté entravé de la bergerie à l'abattoir situé à proximité et immédiatement sacrifié.

Les essais se sont déroulés à raison d'un couple par semaine.

Aussitôt que possible après l'abattage et la préparation des carcasses généralement dans la demi-heure qui suivait la saignée, le pH fut mesuré dans le corps musculaire des muscles suivants :

Semi tendinosus, Semi membranosus, Longissimus dorsi (parties lombaire et dorsale au niveau de

la 13ème côte), *Infra spinatus, Supra spinatus, Triceps brachii caput longum, Pectoralis profondus, Adductor, Psoas major.* Les mesures furent répétées à intervalles réguliers pendant 7h.

Des muscles de la même série furent disséqués le lendemain de l'abattage, les carcasses ayant été réfrigérées une nuit à 4° C. Chacun des muscles fut haché au broyeur à lame.

Sur les broyats furent mesurés le pH, la perte d'eau par la méthode de GOUTEFONGEA (1960) et le fer héminique par la méthode de HORNSEY (1956).

II - RESULTATS

1 - Evolution du pH

Dans les deux séries d'animaux (Tableau I) les pH à 1/2 heure et à 7 heures sont pratiquement identiques pour l'ensemble des muscles considérés chez les animaux expérimentaux et témoins. Il y a cependant une légère tendance dans certains muscles (*Longissimus dorsi*, partie lombaire, *Adductor* et *Pectoralis profondus)* à présenter un pH initial plus acide chez les animaux expérimentaux.

Les pH à 7 h. pour ces mêmes muscles ont par contre tendance à être moins acides chez certains animaux expérimentaux.

La différence la plus nette entre animaux de chaque couple réside dans la vitesse d'évolution du pH. En effet à 1 heure les pH de la plupart des muscles des animaux expérimentaux sont plus acides que ceux des animaux témoins et plus particulièrement dans les muscles *Longissimus dorsi, Pectoralis profondus, Adductor* et *Psoas major.*

Voir tableau I page suivante

.../...

TABLEAU I

VALEURS DES pH ENREGISTREES SUR DIFFERENTS MUSCLES DES AGNEAUX

			Semi tendinosus			*Semi membranosus*			*Longissimus dorsi*			*Supra Spinatus*			*Triceps brachii caput longum*			*Pectoralis profundus*			*Adductor*			*Psoas major*		
			1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h	1/2 h	1 h	7 h
Mâles	COUPLE I	Ex	6.70	6.20	5.95	6.90	6.30	5.70	6.70	6.20	5.95	6.90	6.45	6.00	7.00	6.80	6.00	6.75	6.35	6.00	6.20	6.50	5.70	6.10	6.10	5.90
		Tem	6.50	6.20	5.90	6.60	6.50	5.80	6.80	6.60	5.75	6.80	6.50	5.90	6.80	6.70	5.85	6.80	6.60	6.15	6.50	6.50	5.85	6.10	6.00	5.85
	COUPLE II	Ex	6.50	6.20	5.60	6.50	6.25	5.60	6.65	6.40	5.60	6.40	6.15	5.80	6.50	6.40	5.75	6.75	6.55	6.15	6.25	5.90	5.60	6.20	6.00	5.60
		Tem	6.40	6.20	5.70	6.55	6.25	5.70	6.70	6.35	5.75	6.70	6.50	5.80	6.70	6.50	5.90	6.60	6.50	6.50	6.25	6.10	5.60	6.20	6.20	5.70
Femelles	COUPLE I	Ex	6.50	6.00	5.80	6.40	6.10	5.65	6.30	6.10	5.75	6.80	6.00	5.85	7.00	6.00	5.85	6.30	6.00	5.85	6.40	5.70	5.45	6.00	5.95	5.70
		Tem	6.00	5.90	5.75	6.00	5.80	5.60	6.70	6.50	6.65	6.70	6.10	5.70	6.90	6.40	5.80	6.50	6.45	5.70	6.40	5.90	5.40	6.30	6.30	5.60
	COUPLE II	Ex	6.25	5.90	5.65	6.40	6.20	5.50	6.30	6.20	5.70	6.40	6.25	5.70				6.30	6.30	6.00	6.30	5.85	5.60	5.90	5.75	5.75
		Tem	6.80	6.30	5.60	6.50	6.25	5.45	6.40	6.20	5.80	6.80	6.70	5.70	6.50	6.50	5.90	6.50	6.50	6.00	6.40	6.05	5.60	6.20	6.10	5.60

2 - **Pertes d'eau**

Les pertes d'eau (tableau II), reflet de la capacité de rétention d'eau, sont presque systématiquement plus fortes dans l'ensemble des muscles des animaux expérimentaux. La variabilité entre couples tient aux différences de caractéristiques zootechniques.

Quant aux variations entre muscles elles paraissent de la même ampleur dans les différents couples. Certains muscles comme le *Longissimus dorsi* sont plus affectés et accusent des pertes plus élevées que d'autres comme le *Supra spinatus* à capacité de rétention d'eau généralement meilleure.

TABLEAU II

PERTE D'EAU PAR PRESSION DES DIFFERENTS MUSCLES D'AGNEAUX EN %

			Semi tendinosus	*Semi membranosus*	*Longissimus dorsi*	*Supra spinatus*	*Triceps brachii caput longum*	*Pectoralis profundus*	*Adductor*	*Psoas major*
MALES	COUPLE I	Ex	26.00	29.50	23.75	16.50	16.50	22.00	21.50	18.00
		Tem	25.50	26.50	20.50	15.50	12.50	20.50	17.00	14.00
	COUPLE II	Ex	28.00	27.00	26.00	26.00	22.00	20.50	24.50	25.50
		Tem	20.50	18.50	25.50	17.00	23.00	19.50	24.00	23.00
FEMELLES	COUPLE I	Ex	22.00	19.00	24.50	15.00		24.50	19.00	
		Tem	12.00	19.50	19.00	16.00		19.00	17.00	
	COUPLE II	Ex	35.50	26.00	33.00	18.00		23.00	25.00	
		Tem	23.50	24.25	25.50	17.00		22.50	24.25	

3 - Couleur

Les quantités de pigments exprimées par la teneur des muscles en fer héminique (tableau III) sont variables selon les couples et les muscles considérés ceci encore en raison des facteurs zootechniques connus (âge, sexe, race) et la situation anatomique.

Dans chacun des couples la teneur en fer héminique est plus élevée pratiquement pour tous les muscles des animaux expérimentaux.

TABLEAU III

TENEUR EN FER HEMINIQUE EN µG/G FRAIS

			Semi tendinosus	*Semi membranosus*	*Longissimus dorsi*	*Supra spinatus*	*Triceps brachii caput longum*	*Pectoralis profundus*	*Adductor*	*Psoas major*
MALES	COUPLE I	Ex	8.45	12.69	10.04	11.05	10.81	9.35	12.54	11.95
		Tem	5.81	12.83	9.51	10.36	10.84	10.01	11.88	11.63
	COUPLE II	Ex	9.90	11.82	10.62	10.26	10.48	8.86	11.34	10.23
		Tem	6.43	11.13	8.53	8.28	10.12	8.18	9.97	10.36
FEMELLES	COUPLE I	Ex	6.27	14.52	13.80	12.30		9.54	13.77	
		Tem	5.66	12.89	11.49	11.49		8.53	13.44	
	COUPLE II	Ex	6.91	14.97	11.08	13.28		12.86	13.99	
		Tem	6.65	13.97	11.85	13.01		9.36	13.22	

III - DISCUSSION

Dans l'ensemble des couples les valeurs de pH enregistrées montrent que les phénomènes de la glycolyse se déroulent plus rapidement dans les muscles des animaux expérimentaux. Cette chute plus rapide du pH explique la différence enregistrée au temps initial aussi vite que possible après la saignée mais dans un délai de 15 à 30 minutes suffisant pour révéler les conséquences des différentes vitesses d'évolution.

C'est une heure après la mort alors que la carcasse est encore chaude que la différence de pH est la plus forte entre les animaux expérimentaux et les témoins.

Par la suite, en particulier à 7 heures ou à 24 heures après la mort, les valeurs de pH se rapprochent bien que la glycolyse chez les animaux expérimentaux ne semble pas pouvoir produire autant d'acide lactique que chez les témoins, en effet certains de leurs muscles présentent un pH plus élevé que leurs homologues témoins.

Les pH 24 heures élevés sont généralement considérés comme étant défavorables à la bonne conservation des carcasses. Dans notre cas cependant les différences enregistrées sont faibles et de tels risques improbables.

Les conséquences de la grande vitesse de chute du pH après la mort sont plus graves sur la capacité de rétention d'eau. En effet dans l'ensemble des muscles des animaux expérimentaux l'eau libre perdue par pression est plus importante. Ceci doit avoir des conséquences directes sur les pertes de poids plus marquées au cours de la conservation et surtout lors de la cuisson entraînant une diminution du rendement et de la succulence.

Les pH élevés sont également connus pour entraîner, à teneur en pigment identique, une coloration plus foncée des viandes, par une modification de leur structure provoquant une réflexion moindre de la lumière. Dans notre cas un autre phénomène se superpose comme le révèlent les teneurs en fer héminique. En effet celles-ci sont influencées par la myoglobine mais également par l'hémoglobine résiduelle. Dans les animaux expérimentaux il semble donc, leur teneur en fer étant supérieure, que la part due à l'hémoglobine piégée dans le muscle soit plus forte et que la saignée ait été moins complète.

Ce fait défavorable à une bonne conservation l'est également sur le plan commercial par le «vieillissement artificiel» ainsi provoqué.

La pigmentation plus prononcée des animaux expérimentaux correspond à un accroissement de la teneur en fer héminique équivalent à une évolution normale pendant deux mois chez des agneaux entre les âges de 3 et 9 mois (CONTRERAS, BOCCARD).

IV - CONCLUSIONS

Ces résultats préliminaires soulignent une fois de plus combien les conditions d'abattage sont susceptibles de modifier les qualités de la viande. Ces phénomènes bien connus dans certaines espèces comme le porc ont donc également leur importance dans le cas des ovins. Ils montrent la nécessité de mieux connaître les conséquences des diverses opérations et manipulations précédant l'abattage pour définir les conditions optimales ou tout au moins pour proscrire celles néfastes à la bonne qualité ou à la bonne conservation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

HEDRICK H.B., 1965. Influence of ante mortem stress on meat palatability. J. an. Sci., **24**, 255-263.

GOUTEFONGEA R., 1960. Description d'un nouvel appareil pour mesurer le pouvoir de rétention d'eau de la viande. VIth meeting Meat Research Institute UTRECHT, 1960.

HORNSEY, 1956. The color of cooked cured pork. Estimation of the nitric oxide-haem pigments. J. Sci. Fd. Agric. **7**, 534-540.

JUDGE M.P., 1969. Environmental stress and meat quality. J. An. Sci., **28**, 755-760.

CONTRERAS R., BOCCARD R., 1971. Evolucion de la coloracion con la edad (à paraître).

Nous remercions Mr. NICOLAS pour sa participation aux manipulations et aux mesures.

EVOLUTION QUALITATIVE DU COLLAGENE MUSCULAIRE DE BOVIN EN FONCTION DE L'AGE DES ANIMAUX

Conséquences sur la tendreté de la viande

J. KOPP

Avec la collaboration technique de Madeleine BONNET

Station de Recherches sur la viande

Ψ Ψ Ψ

INTRODUCTION

Il est actuellement bien établi que la tendreté de la viande dépend des deux éléments de la structure du muscle : myofibrilles et tissu conjonctif. Dans le muscle, le tissu conjonctif lui-même est essentiellement composé de collagène puisque la teneur en élastine est de l'ordre de 10 à 25 % des protéines conjonctives totales selon l'âge et les muscles considérés, les mucopolysaccharides et les glycoprotéines ne représentant que 0,5 à 1 % de la matière sèche.

Les fibres de collagène présentent des niveaux d'organisation anatomiquement bien différenciés dans un muscle. La trame aponévrotique entourant le muscle entier est appelée *épimysium*, de sa face interne partent des lames conjonctives qui définissent des faisceaux de fibres musculaires, ces lames appelées *périmysium* contiennent les gros vaisseaux sanguins et les nerfs. Enfin, ces travées se poursuivent à l'intérieur du muscle en un réseau fin, l'*endomysium*, qui enveloppe les fibres musculaires individuelles.

De nombreuses études ont montré l'importance de la teneur totale en collagène du muscle (déterminée par sa teneur en hydroxyproline) sur la tendreté mesurée par la force nécessaire au cisaillement des échantillons, (HINER et HANKINS, 1950; BOCCARD et al., 1967; ZINN et al., 1970). Nos premières études sur la relation globale entre la tendreté d'un muscle frais et sa teneur en collagène ont abouti à un coefficient de corrélation voisin de - 0,70. Il apparaît donc, comme l'ont déjà montré WILSON et al., (1954) et LOYD et HINER (1959), que la seule teneur en collagène ne permet pas d'expliquer toutes les variations de dureté et qu'en particulier la qualité du collagène joue un rôle important dans le déterminisme de la tendreté, SCHAUB (1963), GOLL et al. (1964), HILL (1966).

En outre un grand nombre de travaux ont montré la diminution de la tendreté du muscle de boyin lorsque l'âge chronologique croît (HINER et HANKINS, 1950); JACOBSON et FENTON (1956), TUMA et al. (1962).

Notre objectif général est de préciser l'évolution de la qualité de ce collagène musculaire en relation avec l'âge de l'animal tant pour la partie intramusculaire intervenant directement dans le déterminisme de la tendreté que pour la fraction périmusculaire intervenant plus particulièrement dans certains processus de transformation de la viande.

II - MATERIEL ET METHODES

1 - Les animaux

Nous avons utilisé le muscle *Longissimus dorsi* de la demi carcasse gauche d'animaux correspondant à des types de production :

- 6 veaux de 3 mois de race Charollaise,
- 4 taurillons de 15 mois de race Garonnaise,
- 4 boeufs de 3 ans de race Salers,
- 2 vaches de réforme de 6 ans de race Salers.

Pour quelques études particulières nous avons complété la gamme d'âge par 4 veaux de 8 mois (Charollais) et 4 génisses de 2 ans (Charollaises).

24 heures après l'abattage le muscle *Longissimus dorsi* est prélevé sur la demi carcasse et la partie homogène médiane a été retenue pour l'étude. La trame aponévrotique périmusculaire a été prélevée et étudiée séparément. Les collagènes intramusculaire et périmusculaire ont été préparés selon une méthode préalablement décrite (KOPP et al., 1970).

2 - Solubilité hydrothermique du collagène

Les collagènes d'origine périmysiale et endomysiale ainsi préparés sont testés pour leur résistance à la gélification et à la solubilisation par une méthode analogue à celle de HILL (1966) déjà décrite (KOPP, 1971). Nos conditions de solubilisation étaient de 90° C; 2, 4 et 6 heures dans un milieu isotonique, trois déterminations ont été effectuées par échantillon de collagène.

3 - Solubilité chimique du collagène

Pour caractériser le degré de polymérisation, nous avons fractionné le collagène musculaire en 4 classes correspondant à des degrés de réticulation croissants. Nous avons distingué :

- le collagène acidosoluble à + 4° C (soluble dans l'acide acétique 0,5 M) : noté CASF,
- le collagène acidosoluble à + 40° C (même milieu d'extraction) noté CAST,
- le collagène alcalino-soluble à + 4° C (soluble dans la soude 0,3 N) noté CBS
- le collagène résiduel insoluble noté CI.

Les résultats correspondent à la moyenne de 3 échantillons.

4 - Contraction thermique du collagène

Le dispositif utilisé pour cette étude est analogue à celui décrit par VERZAR (1964) et Mc CLAIN et PEARSON (1969). Le principe consiste à mesurer certains paramètres de la contraction isométrique

hydrothermique des fibres épimysiales et de caractériser ainsi la stabilité physique de ces fibres.

Nous avons ainsi déterminé 3 paramètres de la contraction dans un milieu isotonique :

- la température de début de contraction (θ_i),
- la température correspondant au maximum de contraction (θ_M), λ
- la tension maximum de contraction T_M à la température θ_M

Chaque résultat correspond à la moyenne de 5 déterminations.

Cette mesure de la tension engendrée par la contraction lors de la cuisson est une méthode d'étude directe du degré de polymérisation du collagène (MOHR et BENDALL, 1969). Une augmentation du degré de réticulation se traduit par un accroissement des paramètres θ_M et T_M.

III - RESULTATS

1 - Composition chimique du collagène musculaire

La méthode d'extractions successives que nous avons utilisée permet de caractériser le degré de réticulation du collagène.

a) Pour le collagène endomysial du muscle *Longissimus dorsi* les résultats portés sur la figure 1 montrent que le vieillissement physiologique s'accompagne d'une modification progressive de la composition du collagène. Entre 3 mois et 6 ans le résidu insoluble final passe de 23 à 67,5 %. Il est important de noter qu'au stade 15 mois l'augmentation de la fraction insoluble représente déjà 66 % de l'augmentation totale de cette fraction enregistrée entre 3 mois et 6 ans. Il semble que cette diminution de la solubilité affecte de manière uniforme toutes les fractions extraites.

b) Le collagène épimysial situé anatomiquement très près du collagène endomysial étudié, présente d'une part une composition très différente et d'autre part une évolution qualitative distincte. En effet, comme le montrent les résultats représentés sur la figure 2, la fraction insoluble ne dépasse pas 30 % du collagène épimysial total. Jusqu'à l'âge de 3 ans environ, une fraction de 80 à 50 % du collagène total est extractible à froid à pH acide. Cette fraction diminue fortement avec l'âge au-delà de 15 mois, la différence est reportée sur la fraction soluble à + 40° C entre 15 mois et 3 ans puis sur les fractions alcalino-soluble et insoluble au-delà de 3 ans.

Voir figures 1 et 2 page suivante

FIGURE 1

EVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DU COLLAGENE ENDOMYSIAL DU MUSCLE *Longissimus dorsi* EN FONCTION DE L'AGE CHEZ LES BOVINS. RESULTATS EXPRIMES EN % DE L'HYDROXYPROLINE TOTALE.

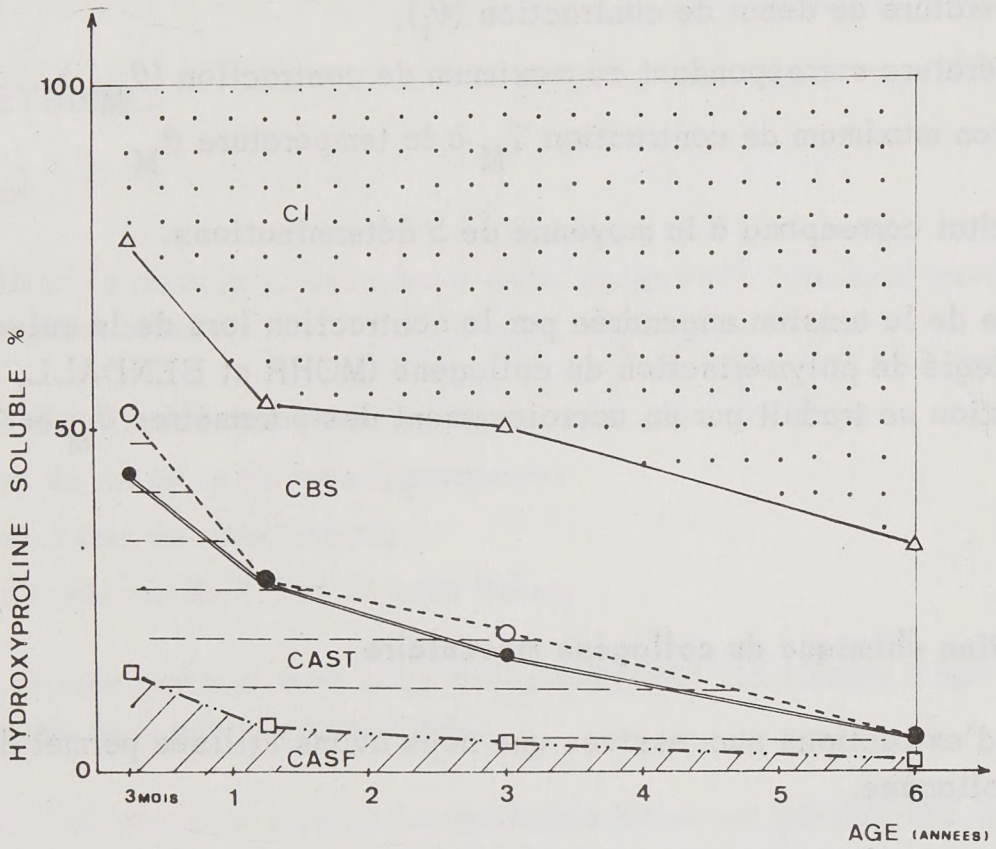
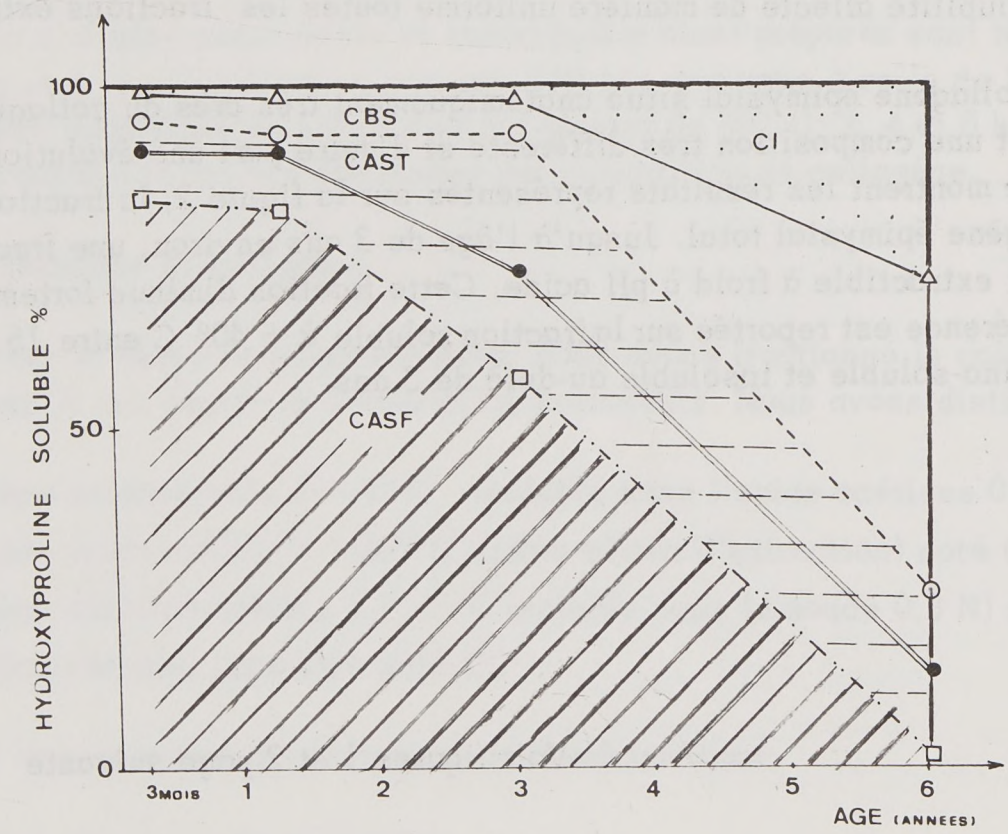


FIGURE 2

EVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DU COLLAGENE EPIMYSIAL DU MUSCLE *Longissimus dorsi* EN FONCTION DE L'AGE CHEZ LES BOVINS. RESULTATS EXPRIMES EN % DE L'HYDROXYPROLINE TOTALE.



LEGENDE :

CASF : collagène acidosoluble à + 4° C (CH_3COOH 0,5M)
CAST : collagène acidosoluble à + 40° C(" " ")
CBS : collagène soluble dans NaOH 0,3 N à 4° C
CI : collagène insoluble résiduel
solubilité hydrothermique du même collagène à 90°C/2 h en milieu isotonique.

Notons ici que la composition chimique du collagène est étroitement liée à des propriétés physiques du tissu dont il est extrait. Nous avons pu montrer en particulier que le gonflement du collagène est d'autant plus important que la fraction CASF est plus importante. Ainsi pour un veau de 3 mois, 1 g de collagène épimysial fixe 51 g d'eau alors que 1 g d'endomysium n'en fixe que 13 g, ces mesures étant effectuées au pH de gonflement maximum du collagène (pH, 2,25). Lorsque l'âge chronologique croît, le vieillissement se traduit par une diminution de la capacité de gonflement comparable à la diminution des fractions acido-solubles dans les deux tissus étudiés.

2 - Solubilité et contraction hydrothermiques

Une propriété intéressante du collagène, largement utilisée par le technologue et le consommateur, est sa solubilité thermique. Lorsque le collagène est chauffé dans un milieu aqueux, sa structure fibrillaire résistante est dégradée de manière plus ou moins importante selon le niveau d'énergie apporté et le temps d'application de cette énergie : cela se traduit par une solubilisation du collagène sous forme de gélatine. En déterminant cette solubilité on définit simultanément le degré de polymérisation et l'aptitude du collagène à se transformer en gélatine c'est-à-dire à s'attendrir par le processus de la cuisson.

Les résultats sont rapportés dans le tableau I. Il apparaît que la solubilité hydrothermique du collagène intramusculaire, nettement plus faible que celle de l'épimysium, diminue entre 3 mois et 6 ans, mais cette diminution est la plus rapide entre 3 et 15 mois. Un allongement du temps de solubilisation entraîne une amélioration très sensible de la solubilité du collagène intramusculaire provenant d'animaux jeunes, tandis que cet effet est beaucoup moins intense pour le collagène âgé.

TABLEAU I

CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DU COLLAGENE ENDOMYSIAL ET PERIMYSIAL EN RELATION AVEC L'AGE

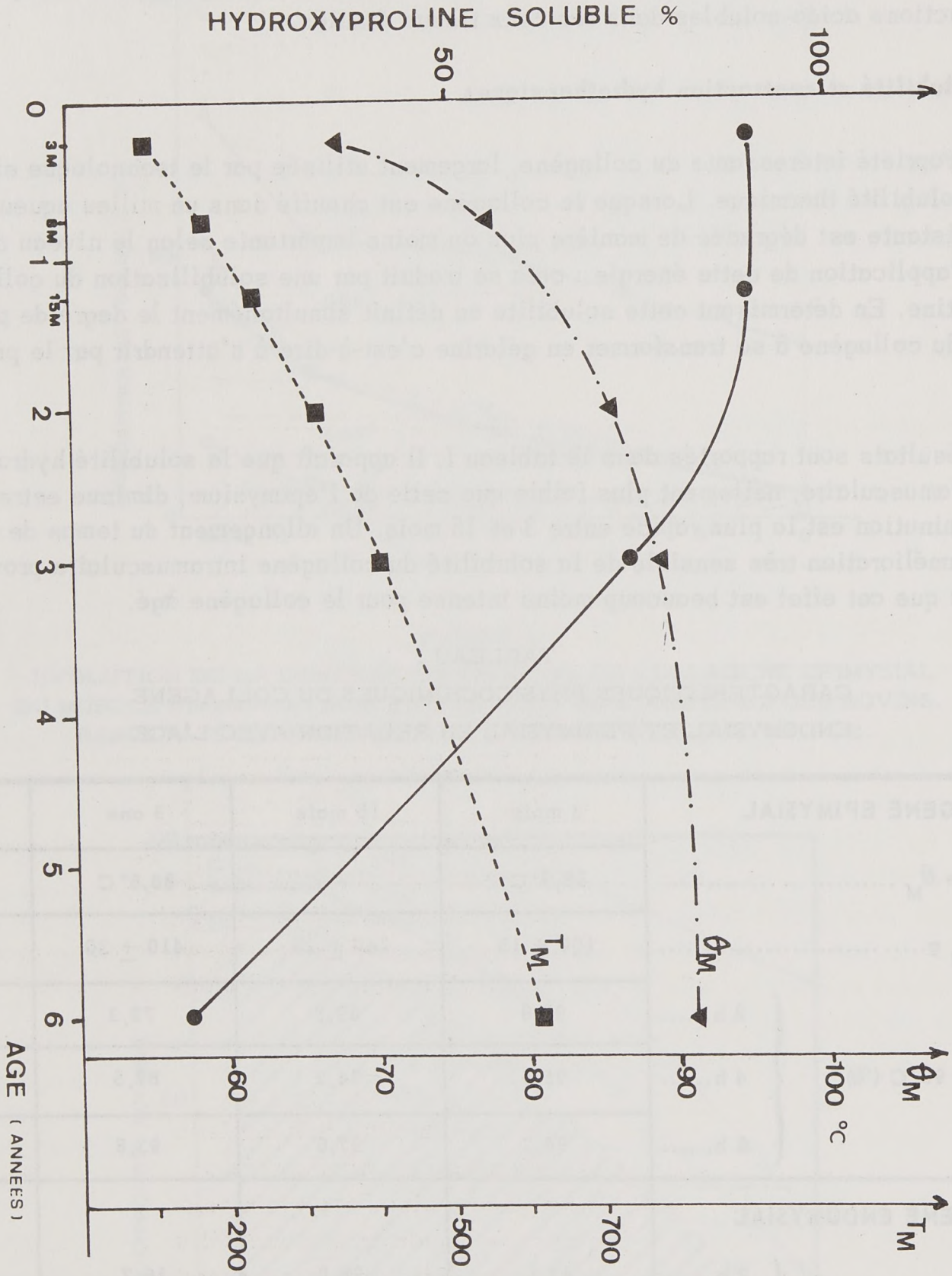
		3 mois	15 mois	3 ans	6 ans
COLLAGENE EPIMYSIAL					
Température θ_M		68,0° C	-	88,8° C	90,9° C
Tension T_M g.....		100 ± 15	240 ± 25	410 ± 30	615 ± 35
Solubilité à 90° C (%)	2 h.....	90,0	89,5	73,3	14,5
	4 h.....	95,6	94,2	87,5	29,4
	6 h.....	98,2	97,6	93,8	45,5
COLLAGENE ENDOMYSIAL					
Solubilité à 90° C (%)	2 h.....	43,1	28,0	16,7	3,8
	4 h.....	57,9	44,6	36,4	9,7
	6 h.....	65,6	56,3	50,5	24,3
Indice de dureté★ des muscles		7,21 ± 2,00	6,07 ± 1,82	5,75 ± 1,85	6,48 ± 2,30

dureté★ mesures de la dureté effectuées sur la viande fraîche 24 h après abattage à l'aide de l'appareil Warner Bratzler (unités : lb/in^2, moyenne de 25 échantillons).

La figure 3 rapporte l'évolution des paramètres de la contraction hydrothermique des fibres d'épimysium. La température de début de contraction voisine de 58-59° C en milieu isotonique ne varie pas significativement avec l'âge des fibres.

FIGURE 3

EVOLUTION DE LA STABILITE PHYSICOCHIMIQUE DU COLLAGENE EPIMYSIAL DU MUSCLE *Longissimus dorsi* AVEC L'AGE.



LEGENDE : ●——● solubilité hydrothermique du collagène à 90° C/ 2 h en milieu isotonique

Contraction isométrique ▼ température de contraction maximum θ_M °C

■ tension maximum (mesurée à θ_M) exprimée en g/ mg de collagène sec/ mm.

Il apparaît que lorsque l'âge chronologique croît, le processus de contraction met en jeu des tensions et des températures de gélification de plus en plus élevées, traduisant ainsi l'accroissement de la réticulation et de la stabilité du tissu.

Cette contraction est directement reliée à la solubilité hydrothermique, on note en effet que cette

dernière diminue rapidement lorsque la température θ_M, variable avec l'âge des animaux, atteint puis dépasse la température de solubilisation (90° C).

Les mesures de dureté des muscles frais réalisées à l'aide de l'appareil Warner Bratzler (tableau I) ne révèlent pas de variations significatives de ce caractère pour un même muscle en fonction de l'âge. Il faut cependant noter d'une part la dispersion importante des résultats inhérente à cette technique et d'autre part l'influence encore mal connue de l'état d'engraissement d'un muscle sur sa tendreté, ce facteur n'ayant pu être jusqu'alors contrôlé dans nos essais.

IV - DISCUSSION ET CONCLUSION

Le processus de polymérisation croissante du collagène musculaire avec l'âge des animaux semble donc présenter deux aspects :

- Dans le cas du collagène intramusculaire il s'agit d'un processus rapide, intense dans les 15 premiers mois de la vie de l'animal. Ces résultats sont en bon accord avec ceux de SCHAUB (1963) et HILL (1966).

- Dans le cas des aponévroses, l'augmentation de la réticulation est également un processus rapide comme nous avons pu le montrer par l'étude de la contraction thermique, mais à l'inverse de l'endomysium les conséquences sur les propriétés physicochimiques n'interviennent sensiblement qu'au-delà de 24 mois.

Ces résultats semblent donc indiquer que la nature des liaisons mises en jeu dans les deux types de tissus et de réticulation ne sont pas identiques et que les différences importantes doivent se situer en particulier au niveau de l'énergie mise en jeu dans ces liaisons de polymérisation. Des études en cours doivent nous permettre de préciser cet aspect.

Les conséquences de ces propriétés sur les plans de la tendreté et de la transformation sont multiples. Dans les mêmes conditions (durée et température) de cuisson, la quantité de collagène solubilisée décroît avec l'âge de l'animal. Cela se traduit par l'augmentation de la sensation de dureté lorsque de la viande d'animaux âgés est consommée. D'autre part, étant donné la rapidité du processus d'insolubilisation du collagène interne, l'âge à l'abattage intervient de manière plus importante pour le veau et le taurillon que pour les animaux de réforme âgés. Cependant les variations de solubilité enregistrées entre 15 et 24 mois sont relativement faibles pour le muscle *Longissimus dorsi*.

Du point de vue de la dureté conjonctive il semble donc que la diminution de l'âge à l'abattage ne puisse augmenter de manière importante la tendreté que pour des animaux très jeunes de moins de 15 mois. Cependant il semble que pour des muscles plus riches en collagène que le *Longissimus dorsi*, l'amplitude de variation des propriétés du collagène entre 15 et 24 mois soit plus grande (BOCCARD, 1971). Toutefois nous avons pu vérifier sur plusieurs muscles différents cette loi de décroissance rapide de la solubilité du collagène au cours des premiers mois de la vie de l'animal.

Il convient de noter ici que la mise en oeuvre d'un mode de cuisson plus prolongée par voie humide, mettant en jeu des temps de cuisson plus longs que dans le cas de grillades par exemple, permet de diminuer très sensiblement la dureté due au collagène dans le cas du taurillon, les effets de ce traitement diminuent avec l'âge de l'animal. En effet l'influence de la température et du temps de cuisson sur le rendement de la solubilisation est beaucoup plus importante pour un collagène jeune que pour un collagène fortement polymérisé.

Le phénomène de contraction des fibres de collagène qui a lieu entre 58° et la température de contraction maximum et qui se résout lors de la gélification proprement dite au-dessus de θ_M, aura pour conséquences un resserrement des structures emprisonnées par ces fibres et se traduira par une augmentation de la dureté globale de la viande. Lorsqu'une cuisson par voie humide intervient, les températures sont généralement supérieures à cette température critique θ_M et la gélification de ce collagène est plus ou moins complète. Dans le cas d'une grillade par contre, les températures atteintes peuvent être nettement plus faibles et les fibres restent contractées au cours de la cuisson et peuvent entraîner un durcissement du morceau.

Les caractéristiques physico-chimiques particulières de l'épimysium, que nous avons déjà mentionnées (KOPP 1970 et 1971), confèrent à ce tissu des propriétés différentes de celles de l'endomysium. En particulier la solubilité et la gélifiabilité sont très importantes et n'évoluent que très faiblement durant les deux premières années. On peut donc dire que pour des animaux de 15 à 24 mois l'âge à l'abattage n'influe pas de manière significative la gélifiabilité du collagène épimysial contrairement au collagène endomysial, à niveau d'énergie thermique identique. Au-delà de deux ans l'accroissement de stabilité de ce tissu résultant de sa réticulation progressive limitera sa gélifiabilité. Pour des animaux très âgés (vachesde réforme) les enveloppes musculaires restent fortement contractées et très résistantes à la gélification même après une cuisson par voie humide très prolongée. En outre les aponévroses jouent un rôle important de liant dans les produits de fabrication à base de muscles entiers cuits. La cohésion des masses musculaires résultant de la gélification de leurs enveloppes épimysiales sera d'autant moins bonne que leur stabilité sera plus grande donc que l'animal sera plus âgé. Nous avons montré en effet dans l'espèce porcine l'importance de la trame aponévrotique et de sa solubilité sur la cohésion des produits cuits tels que le jambon (KOPP et al., 1970 et KOPP, 1971).

Conclusion

L'évolution très rapide du collagène musculaire au cours de la vie de l'animal, dans le sens d'une insolubilisation progressive confirme que du point de vue de la dureté d'origine conjonctive de la viande il est souhaitable de diminuer l'âge des animaux à l'abattage. Cependant la diminution de la tendreté potentielle (reliée à la structure du collagène) étant beaucoup plus importante entre 3 et 15 mois qu'entre 15 mois et 2 à 3 ans, on ne peut espérer diminuer beaucoup la dureté conjonctive en abaissant par exemple l'âge à l'abattage de 18 à 15 mois.

En agissant sur le mode de cuisson par contre, il sera plus aisé d'améliorer la tendreté de la viande de taurillon que celle de la viande plus âgée. En particulier une cuisson plus prolongée par voie humide permettra un gain de tendreté important pour le taurillon alors qu'il pourra rester insuffisant pour les mêmes conditions de cuisson dans le cas de la vache de réforme.

Etant donnée la différence de structure et de stabilité thermique du collagène des aponévroses par rapport au collagène interne, les propriétés de l'épimysium ne limitent pratiquement pas l'utilisation de la viande pour des animaux de moins de 2-3 ans. Tout au plus, lorsque les trames aponévrotiques sont importantes, le phénomène de contraction de la cuisson dont l'intensité croît avec l'âge, peut-il entraîner une forte rétraction de la masse musculaire ou de la tranche. Cet inconvénient peut être sinon évité du moins fortement diminué par le sectionnement ou la levée des aponévroses, opération couramment effectuée par le boucher.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BERGMANN I., LOXLEY R., 1963. Analyt. Chem. **35**, 1961.

BOCCARD R., DUMONT B.L., SCHMITT O., 1967. 13th Eur. Meet. Meat Res. Work. Rotterdam, 20-26 août 1967.

BOCCARD R., 1971. «Journées d'études sur la production de viande par les jeunes bovins». Etude S.E.I., n° 46, Janvier 71, 145-158.

GOLL D.E., HENDERSON D.W., KLINE E.A., 1964. J. of food Sci. **29**, 590-596.

HILL F., 1966. J. of food Sci., **31**, 161.

HINER R.L., HANKINS O.G., 1950. J. Anim. Sci., **9**, 347.

JACOBSON M., FENTON F., 1956. Food Res., **21**, 427.

KOPP J., CHARPENTIER J., SALE P., 1970. XVIth Eur. Meet. of Meat Res. Work. Varna, 30.08/6.09/1970.

KOPP J., 1971. Fleischwirtschaft (sous presse)

LOYD E.J., HINER R.L., 1959. J. Agric. Food chem., **7**, 860.

Mc CLAIN P.E., PEARSON A.M., 1969. J. Food Sci., **34**, 306.

MOHR V., BENDALL J.R., 1969. Nature **223**, 404.

SCHAUB M.C., 1963. Gerontologia, **8**, 16.

SCHMIDT J.G., KLINE E.A., PARRISH F.C., 1970. J. Anim. Sci., **31**, 861.

TUMA H.J., VENABLE J.H., WUTHIER P.R., HENRICKSON R.L., 1962. J. Anim. Sci., 21, 33.

VALIN C., GOUTEFONGEA R., KOPP J., 1970. Ass. Fr. du Froid. Journées Nat. d'Etudes. Grenoble.

VERZAR F., 1964. Intern. Rev. Connect. Tissue Res. **2**, 256.

WILSON G.D., BRAY R.W., PHILLIPS P.H., 1954. J. Anim. Sci., **13**, 826.

ZINN D.W., GASKINS C.T., GANN G.L., HEIDRICK H.B., 1970. J. Anim. Sci. **31**, 307.

ROLE DE LA CALCITONINE DANS LA REGULATION DU METABOLISME PHOSPHO-CALCIQUE DES RUMINANTS

CAS PARTICULIER : LE SYNDROME VITULAIRE DE LA VACHE LAITIERE

Résumé de la Thèse de doctorat d'état de sciences naturelles de :

J.P. BARLET

Ψ Ψ Ψ

- Nous avons observé les effets de la calcitonine, hormone thyroïdienne, d'origine ultimo-branchiale, polypeptidique, hypocalcémiante et hypophosphatémiante, sur la calcémie et la phosphatémie de la Vache et de la Brebis.

- Quelle que soit la race bovine considérée, la parturition est toujours associée à une hypocalcémie et à une hypophosphatémie, dont l'intensité va croissant jusqu'au troisième vêlage. Cette hypocalcémie et cette hypophosphatémie, très intenses chez certains animaux, aboutissent alors aux manifestations cliniques du syndrome vitulaire.

- Ce syndrome peut également apparaître chez la Chèvre, où la parturition est également associée à une hypocalcémie et à une hypophosphatémie. Chez la Brebis, on n'observe pas de variations significatives de la calcémie et de la phosphatémie au moment de l'agnelage.

- Le Ruminant répond à une perfusion intraveineuse prolongée de calcitonine par une hypocalcémie et une hypophosphatémie significatives. L'intensité de cette hypocalcémie est potentialisée par les facteurs stimulant le catabolisme osseux, au niveau duquel s'exerce l'action hypocalcémiante de l'hormone.

- Une baisse de la calcémie et de la phosphatémie de l'ordre de 50 %, induite par la calcitonine, n'entraîne l'apparition d'aucun symptôme clinique chez la Brebis. Par contre nous pouvons induire expérimentalement un syndrome cliniquement et biochimiquement analogue au syndrome vitulaire spontané par administration intraveineuse prolongée de calcitonine à la Vache et à la Génisse.

- Nous avons mis en évidence une élévation significative du taux plasmatique de calcitonine chez la vache parturiente, élévation qui est significativement plus accentuée chez les vaches atteintes d'hypocalcémie vitulaire. L'hypocalcémie vitulaire peut donc être considérée comme due à une décharge de calcitonine survenant au moment de la parturition chez la Vache.

- Cette décharge de calcitonine ne résulte pas d'une élévation de la calcémie ou du taux sanguin de calcium ionisé, d'une hyperglucagonémie ou d'une augmentation du taux de prolactine circulante. Divers facteurs, connus pour augmenter la concentration d'AMP cyclique intracellulaire, sont capables de stimuler l'excrétion de calcitonine chez le Ruminant, même en l'absence d'hypercalcémie. La décharge de calcitonine survenant à la parturition pourrait être induite par un mécanisme analogue.

- L'insufflation mammaire, qui supprime les récidives chez les animaux atteints d'hypocalcémie vitulaire, diminue considérablement le taux de calcitonine plasmatique chez la vache hypocalcémique.

REUNION DU GROUPE AMIDON

Ψ Ψ Ψ

Les 13 et 14 Mai 1971, une réunion a eu lieu au C.R.Z.V., regroupant les chercheurs et ingénieurs de l'I.N.R.A. travaillant sur l'utilisation des produits amylacés (céréales principalement) par les porcs, les ruminants et les volailles, et sur la technologie des amidons. Quatre Stations y participaient :

- la Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs (C.N.R.Z. Jouy-en-Josas),
- la Station de Recherches sur l'Elevage des ruminants (C.R.Z.V. Theix),
- la Station de Biochimie et de Physicochimie des Céréales (C.E.R.D.I.A. Massy),
- le Laboratoire de Recherches sur la Conservation et l'Efficacité des Aliments (C.N.R.Z. Jouy-en-Josas).

Cette réunion a eu pour but de faire le point des travaux effectués par les différentes équipes et de définir les thèmes nouveaux pouvant être abordés en commun (étude de la valeur nutritive de nouvelles espèces ou variétés de céréales, problème de l'incorporation d'enzymes amylolytiques dans l'alimentation animale, nouvelles méthodes d'études de la digestion (animaux axéniques...). Le problème du traitement technologique des céréales a été particulièrement discuté et les résultats obtenus à ce sujet, simultanément chez les volailles, les porcs et les ruminants, feront l'objet d'un prochain rapport. Des décisions ont été prises, d'une part pour mieux coordonner les travaux des différents membres du groupe, d'autre part pour faciliter l'information au niveau des autres chercheurs de l'I.N.R.A. (amélioration des plantes - microbiologie) et des organismes intéressés, soit par la conservation (C.N.E.M.A.), soit par l'utilisation des céréales ou des amylacés dans l'alimentation animale (I.T.C.F....).

SOMMAIRE DES PUBLICATIONS DES CHERCHEURS DU CENTRE PARUES DANS LES ANNALES DE L'I.N.R.A.

Ψ Ψ Ψ

VERMOREL M. :

C. R. Acad. Sc., 1970, 270, 400-402.

UTILISATION ENERGETIQUE DE LA TRIPROPIONINE PAR LE RAT EN CROISSANCE.

2 lots de 10 rats en croissance ont reçu pendant 30 jours un régime comportant 21,4 % d'énergie sous forme de tripropionine, soit 15,8 % sous forme d'acide propionique. Par rapport aux lots témoins qui ont consommé des quantités équivalentes de glycérol, d'énergie métabolisable et d'azote, les gains de poids vif moyens et la synthèse protéique ont été du même ordre; l'énergie fixée a été inférieure de 9 % avec le premier lot et supérieure de 2 % dans le deuxième lot.

DE GROOT L., AUROUSSEAU B., VERMOREL M. :

C.R. Acad. Sc., 1970, 270, 721-724.

INFLUENCE DE L'INGESTION D'ACIDE CAPRYLIQUE ET D'ACIDE OLEIQUE SUR LE METABOLISME LIPIDIQUE DU RAT EN CROISSANCE.

De jeunes rats en croissance reçoivent pendant 26 jours un régime riche en acide caprylique (tricapryline) ou en acides oléique et linoléique (huile d'arachide). Pour des quantités d'énergie métabolisable ingérées semblables, la tricapryline réduit significativement la quantité de lipides fixés dans les carcasses (19,1 g) par rapport à l'huile d'arachide (21,3 g). La composition en acides gras des dépôts reflète sensiblement la composition des graisses alimentaires dans le cas du régime riche en acides insaturés. Par comparaison avec un régime sans graisses, le régime « Tricapryline » conduit à des activités de synthèse et d'élongation plus intenses au détriment des activités de désaturation.

VERMOREL M., AUROUSSEAU B. :

5th. Symposium Energy Metabolism of Farm Animals., Zürich, 1970 Juris Druck Verlag, Zürich, 185-188.

UTILISATION ENERGETIQUE DES ACIDES ACETIQUE ET CAPRYLIQUE PAR LE RAT EN CROISSANCE.

AUROUSSEAU B., DE GROOT L., BOUVIER J.C., VERMOREL M. :

5th. Symposium Energy Metabolism of Farm Animals. Zürich 1970 Juris Druck Verlag, Zürich, 189-192.

UTILISATION DES ACIDES GRAS COURTS, MOYENS ET LONGS PAR LE RAT EN CROISSANCE.

FAUCONNEAU G., MICHEL M.C. :

in «Mammalian protein metabolism» ed. MUNRO H.N., 1970, vol 4, 481-522. Acad. Press, New-York.

THE ROLE OF THE GASTROINTESTINAL TRACT IN THE REGULATION OF PROTEIN METABOLISM.

FAUCONNEAU G. :

Sélect. Fr., 1970, 11-13.

LES DIFFERENTS ROLES DE L'ALIMENTATION.

BOCCARD R., DUMONT B.L., LEGRAS P., ROY G. :

16th Europ. Meet. Res. Workers - VARNA, 1970, Tome I, 117-127.

EVOLUTION AVEC L'AGE DES QUALITES DE CARCASSE ET DES VIANDES DES FEMELLES OVINES.

BOCCARD R., DUMONT B.L. :

C.R. Soc. Biol., **164**, 1251-1253.

ETUDE DE L'ACCROISSEMENT RELATIF DE LA MUSCULATURE EN FONCTION DE LA VITESSE DE CROISSANCE CORPORELLE CHEZ L'AGNEAU.

CHARPENTIER J. :

16th Europ. Meet. Res. Workers - VARNA - Tome I - 57-68.

RELATION ENTRE LA REACTION PHYSIOLOGIQUE DU PORC A UNE HYPERTHERMIE ET LE CARACTERE EXSUDATIF DU TISSU MUSCULAIRE.

CHARPENTIER J. :

Journées d'étude - Assoc. Franc. Froid - GRENOBLE, 1970.

INFLUENCE DE LA VITESSE DE CONGELATION ET DE DECONGELATION SUR LA RETENTION D'EAU ET LA TENDRETE DE LA VIANDE.

CHARPENTIER J. :

J. Anim. Sci., **31**, 1099-1101.

EARLY DIAGNOSIS OF THE MEAT COLOR OF VEAL.

CHARPENTIER J., GAC A. :

16th Europ. Meet. Res. Workers - VARNA - Tome II - 1236-1244.

ASPECT TECHNOLOGIQUE DE LA CONGELATION DES CARCASSES DU VEAU DE BOUCHERIE. I - INFLUENCE DU MODE DE CONGELATION SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DE LA VIANDE APRES DECONGELATION.

CHARPENTIER J., JACQUET B. :

J. Rech. porcine - PARIS - Fév. 1970 - 193-198.

INFLUENCE DU MODE DE CONGELATION ET DE DECONGELATION DES JAMBONS SUR LES RENDEMENTS APRES SAUMURAGE ET CUISSON.

CHARPENTIER J., MONIN G. :

J. Rech. porcine - PARIS - Fév. 1970 - 199-202.

RECONSTITUTION DU GLYCOGENE MUSCULAIRE ET HEPATIQUE A L'ISSUE D'UNE DEPLETION PROVOQUEE PAR UNE INJECTION INTRAVEINEUSE D'ADRENALINE.

GAC A., CHARPENTIER J., LAFON J.P. :

16th Europ. Meet. Res. Workers. - VARNA - Tome II - 1245-1253.

ASPECT TECHNOLOGIQUE DE LA CONGELATION DES CARCASSES DE VEAU DE BOUCHERIE. II - CARACTERISTIQUES THERMIQUES.

GOUTEFONGEA R., VALIN C. :

J. Rech. porcine - PARIS - Fév. 1970 - 187-192.

EVOLUTION DE QUELQUES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DU MUSCLE DE PORC CONGELE ET CONSERVE A - 20° C.

KOPP J., CHARPENTIER J., SALE P. :

16th Europ. Meet. Res. Workers - VARNA - TOME II - 892-906.

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DE LA CONCENTRATION EN CHLORURE DE SODIUM SUR LA GELATINISATION DU PERIMYSIUM DU MUSCLE DE PORC.

LACOURT A., CHARPENTIER J. :

Journées d'étude - Assoc. Franc. Froid - GRENOBLE, 1970.

INFLUENCE DU REGIME THERMIQUE LORS DE LA CONGELATION DU TISSU MUSCULAIRE ANTE RIGOR MORTIS SUR LA CONTRACTURE A LA DECONGELATION.

LACOURT A. :

Journées d'étude - Assoc. Franc. Froid - GRENOBLE, 1970.

INFLUENCE DE LA TEMPERATURE ET DU pH SUR LE TAUX DE CALCIUM LIBRE DU TISSU MUSCULAIRE ET SUR L'ACTIVITE ATPASIQUE DE LA MYOSINE.

MONIN G., CHARPENTIER J. :

J. Rech. porcine - PARIS - Fév. 1970 - 203-207.

ACTIVITE THYROIDIENNE DES PORCS LARGE-WHITE ET PIETRAIN.

SAHEB J.L., CHARPENTIER J. :

J. Anim. Sci., **31**, 1096-1098.

PHYSIOLOGICAL BEHAVIOUR OF A NATURAL IRON CHELATE THE CA CHLOROPHYLLINATE FED TO VEAL CALVES.

SALE P. :

Journée s d'étude - Assoc. Franc. Froid - GRENOBLE, 1970.

INFLUENCE DE LA CONGELATION-DECONGELATION SUR LA CONDUCTANCE ELECTRIQUE DES VIANDES.

SALE P., VALIN C. :

16th Europ. Meet. Res. Workers - VARNA - Tome I - 35-44.

PROBLEME POSES PAR LA DETERMINATION DES MODIFICATIONS DE LA STRUCTURE DU MUSCLE AU COURS DE LA MATURATION.

VALIN C., GOUTEFONGEA R., KOPP J. :

Journées d'étude - Assoc. Franc. Froid - GRENOBLE, 1970.

EVOLUTION DE QUELQUES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES DU MUSCLE CONGELE ET CONSERVE A - 20° C.

BARLET J.P. :

C.R. Acad. Sc. Paris, 1970, **270**, 1161-1164.

EFFET DU GLUCAGON OU DE L'ARGININE SUR LA CALCEMIE ET LA PHOSPHATEMIE DE LA VACHE LAITIERE.

Chez la vache, le glucagon comme l'arginine, entraîne une hypocalcémie et une hypophosphatémie significatives pouvant résulter d'une stimulation de la sécrétion de TCT par le glucagon. Il n'a cependant pas été possible de mettre en évidence une hyperglucagonémie au cours de l'hypocalcémie vitulaire des vaches laitières.

CALAMY H., BARLET J.P. :

C.R. Acad. Sc. Paris, 1970, **271**, 2153-2156.

ETUDE DES EFFETS DE LA CALCITONINE EXOGENE OU ENDOGENE SUR LA CALCEMIE DE LA POULE.

Une perfusion intraveineuse prolongée de TCT induit chez la poule une hypocalcémie intense. Chez l'oiseau ultimobranchialectomisé une perfusion intraveineuse de calcium entraîne une hypercalcémie marquée, qui n'apparaît pas chez la poule normale. L'adjonction de cycloheximide à la perfusion calcique entraîne une hypercalcémie analogue à celle observée après ultimobranchialectomie.

CARE A.D., BATES R.F.L., PHILLIPPO M., LEQUIN R.M., HACKENG W.H.L., BARLET J.P., and LARVOR P. :

J. Endocr., 1970, **48**, 667-668.

STIMULATION OF CALCITONIN RELEASE FROM BOVINE THYROID BY CALCIUM AND GLUCAGON.

It is concluded that, as in pigs and sheep, glucagon can stimulate CT secretion from the bovine thyroid and that parturition in the cow may be associated with a rise in circulating CT which can occur despite hypocalcaemia.

FAYET J.C. :

Br. Vet. J., 1971, **127**, 37.

PLASMA AND FAECAL OSMOLALITY, WATER KINETICS AND BODY FLUID COMPARTMENTS IN NEONATAL CALVES WITH DIARRHOEA.

Diarrhoeic calves were shown to be hypotonically dehydrated, their mean plasma osmolality decreasing significantly from 294 mosmol/l when healthy to 287 mosmol/l when diarrhoeic ($P < 0.001$). Measurement of the tritiated water space and other body fluid phases is described. In healthy calves the following mean values for the various spaces were obtained : total body water 76.5 + 2.4, extracellular fluid 50.2 + 2.3 and intracellular water 26.6 + 2.3; all expressed as percentage of body weight. In diarrhoeic calves the respective values obtained were 74.0 + 2.8, 35.0 $\pm$ 2.0 and 39.0 $\pm$ 3.7 per cent.

DARDILLAT J., BROCHART M. et LARVOR P. :

C.R. Acad. Agr. France, 1969, 1016-1020.

RELATIONS ENTRE LA QUANTITE D'UNITES FOURRAGERES CONSOMMEE PAR DES VACHES CHAROLLAISES EN FIN DE GESTATION ET LE POIDS CORPOREL APRES VELAGE, LE POIDS DE NAISSANCE ET LA MORTALITE DES VEAUX.

On a calculé pour 13 exploitations représentant un total de 704 vaches charollaises les corrélations simples entre les consommations moyennes quotidiennes, par vache et par exploitation, en unités fourragères assurées soit par les seuls fourrages de la ration de base, soit par la totalité de la ration, et : 1° les moyennes, par exploitation, du poids des vaches après vêlage et du poids de naissance des veaux; 2° le pourcentage par exploitation, de mortalité totale et de mortalité par diarrhée. Les principales corrélations significatives suivantes ont été obtenues (13 données) :

Poids des mères après vêlage - poids de naissance des veaux	+ 0,87**
U.F. des fourrages - poids des mères	+ 0,75**
U.F. des fourrages - poids des veaux	+ 0,66**
U.F. totales - mortalité totale	- 0,66**
Poids des veaux - mortalité par diarrhée	- 0,54*

Le rôle prédisposant de la sous-nutrition maternelle en fin de gestation sur la mortalité des veaux paraît confirmé par ces résultats.

LAMAND M. :

C.R. Acad. Agr. France, 1970, 604-610.

EXPANSION DE LA MYOPATHIE EN FRANCE EN LIAISON AVEC LA CARENCE EN SELENIUM DES FOURRAGES.

En conclusion, la majorité des fourrages français étudiés sont carencés en sélénium. La T.G.O. permet de déceler précocement la myopathie à son stade subclinique. Une prophylaxie peut alors être instaurée avant l'apparition des pertes économiques : l'addition de sélénium au sol doit être exclue en raison de ses dangers, l'incorporation aux mélanges minéraux est un moyen intéressant qui devrait être autorisé dans l'avenir. L'injection de sélénium aux jeunes reste la seule prophylaxie dont disposent les éleveurs.

BERANGER C. :

21ème réunion annuelle de la Fédération européenne de Zootechnie (Budapest 24 - 28 Août 1970).

UTILISATION DES FOURRAGES DESHYDRATES POUR LA PRODUCTION DE VIANDE BOVINE.

DEMARQUILLY C., WEISS Ph. :

I.N.R.A. Etude S.E.I., 1970, n° 42.

TABLEAUX DE LA VALEUR ALIMENTAIRE DES FOURRAGES.

FELINSKI L., TOULLEC R. :

Bull. Acad. Pol. Sci., 1970, **18**, 733 - 737.

HYDROLYSE DES TRIGLYCERIDES A CHAINES LONGUES DANS LA CAILLETTE DU VEAU PRERUMINANT.

JARRIGE R. :

Journées internationales sur le colza. Mai 1970, 529-534.

UTILISATION DES TOURTEAUX DE COLZA DANS L'ALIMENTATION DES ANIMAUX DOMESTIQUES.

JOURNET M., JARRIGE R. :

21ème réunion annuelle de la Fédération européenne de Zootechnie (Budapest, 24 - 28 Août 1970).

FACTEURS PHYSIOLOGIQUES DE LA QUANTITE D'ALIMENT INGEREE PAR LES RUMINANTS.

REMOND B., JOURNET M. :

17ème Congrès international de la laiterie (Australie).

INFLUENCE DE L'ETAT NUTRITIONNEL DES VACHES LAITIERES AU DEBUT DE LA LACTATION SUR LA MOBILISATION DES RESERVES LIPIDIQUES ET DE LA SECRETION DES MATIERES GRASSES DU LAIT.

Editions S . E . I .

I . N . R . A .

C.N.R.A. Route de Saint-Cyr

78 - Versailles